



**Escola de Camins**

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports  
UPC BARCELONATECH



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

Institut Universitari de Recerca en Ciència  
i Tecnologies de la Sostenibilitat

# Análisis de las políticas de mitigación de México en el sector LULUCF (USCUSS) en la última década, conclusiones y propuestas de futuro

Treball realitzat per:

**Cindy Araceli Ramírez Padilla**

Dirigit per:

**Olga Alcaraz i Sendra**

**Josep Xercavins Valls**

Màster en:

**Ciència i Tecnologia de la Sostenibilitat**

Barcelona, 15 de juny del 2018

TREBALL FINAL DE MÀSTER

## Dedicatoria

A mis abuelos Rita, Jesús, Celia y Fruto, todos ellos ejemplos de vida, que aunque no estén aquí físicamente viven en mis sueños y más hermosos recuerdos. Gracias siempre por cuidarme y un beso hasta donde estén.

## Agradecimientos

Quiero agradecer:

A mi familia, mis papás Irene y Javier, por ser los pilares fundamentales de mi vida y a hermanos Lizbeth y Javier por ser de quienes siempre tengo algo nuevo que aprender.

A mis tíos; Irma por ser mi ejemplo de determinación y su apoyo durante mi estancia en el máster; y Héctor por su enorme apoyo durante el arranque de este trabajo. A mi prima Martha, quien me animó y apoyó en esta aventura desde el día uno.

A mi amiga Patricia por abrirme las puertas de su casa en Berlín, ayudarme a aterrizar y organizar mis ideas sobre este trabajo.

A mis compañeros del máster, quienes con una gran diversidad de pensamientos y opiniones me han enriquecido y me han dejado una valiosa lección de vida. En especial a Esther y Valeria con quienes comparto las ideas de un mundo más sostenible. También a mis excepcionales compañeros de piso y comidas Paula, Inga, Ruth y Carlos quien además hizo posible el mapa de cobertura vegetal de México.

A Carlos Welsh por su disponibilidad y orientación en una primera etapa de este trabajo.

A Martí Rosas por su apoyo constante en la solución de los asuntos más y menos complejos del máster desde antes de mí llegada a cursar y hasta la fecha.

Del grupo Sostenibilitat, Tecnologia i Humanisme de la UPC, a Albert por sus contribuciones durante las reuniones de seguimiento de este TFM.

Muy en especial a mis tutores Olga Alcaraz y Josep Xercavins por creer en mí, darme su confianza y apoyarme en el recorrido de este trabajo de fin de máster. Su inigualable experiencia y gran compromiso hacia sus ideales ha enriquecido no solo este trabajo, también mi paso por el máster. Moltes Gracies!

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Sonora (COECYT) por el apoyo económico brindado para la realización de este máster.

A todos aquellos amigos y familia que de alguna manera estuvieron involucrados en mi aventura en Barcelona.

Todo lo puedo en aquel que me fortalece (Filipenses 4:13). El universo conspiró para que estuviéramos aquí y todo tiene una razón.

## Contenido

Resumen.....	1
Abstract.....	1
Resum .....	2
Palabras Clave.....	2
1. Introducción .....	3
1.1. Motivación.....	3
1.2. Objetivos Generales.....	4
1.3. Objetivos Específicos .....	4
1.4. Metodología.....	4
1.5. Delimitación del tema y estructura del TFM.....	5
2. Gobernanza ambiental global y gobernanza del cambio climático.....	7
2.1. Gobernanza ambiental global y NNUU.....	7
2.2. Gobernanza del cambio climático y UNFCCC.....	8
2.3. Convención climática, Protocolo de Kioto y Acuerdo de París.....	8
2.4. Comunicaciones Nacionales e Informes de Actualización Bienal .....	11
2.5. Metodologías de la UNFCCC/IPCC para reportar las emisiones de GEI en general y, específicamente del sector USCUS en las Comunicaciones Nacionales.....	12
3. Análisis de las tres últimas Comunicaciones Nacionales de México ante la UNFCCC.....	18
3.1. México y la lucha contra el cambio climático; instituciones y políticas generales y grandes características de sus Comunicaciones Nacionales .....	18
3.2. Descripción del sector USCUS en México .....	22
3.3. Análisis de los programas de mitigación y adaptación ante el cambio climático en el sector USCUS .....	25
3.4. Resultados del análisis de los programas de mitigación ante el cambio climático en el sector USCUS .....	28
3.5. Análisis de las emisiones de CO <sub>2</sub> del sector USCUS en las últimas tres Comunicaciones Nacionales .....	39
3.6. Resultados del análisis de las emisiones de CO <sub>2</sub> del sector USCUS en las tres últimas Comunicaciones Nacionales.....	45
4. Análisis del sector USCUS en la subcategoría Conversión de Bosques y Pastizales en México.....	49
4.1. Análisis de las emisiones de CO <sub>2</sub> en la subcategoría Conversión de Bosques y Pastizales en México utilizando Directrices del IPCC para INEGI versión revisada 1996.....	49
4.2. Resultados del Análisis de las emisiones CO <sub>2</sub> en la subcategoría Conversión de Bosques y Pastizales en México .....	52
5. Conclusiones .....	55
5.1. Conclusiones parciales .....	55
5.2. Conclusiones finales y propuestas de futuro.....	58
Bibliografía .....	60
Anexos .....	63
Anexo A. Descripción de programas de adaptación y mitigación ante cambio climático en el sector USCUS, Comunicaciones Nacionales 3, 4 y 5 de México.....	63

Anexo B. Modelo de matriz de análisis de programas de las Comunicaciones Nacionales vs objetivos de adaptación y mitigación de la LGCC.....	72
Anexo C. Emisiones históricas de CO <sub>2</sub> del sector USCUS en México para el periodo 1990 a 2010 .....	73
Anexo D. Emisiones de CO <sub>2</sub> del sector USCUS por subcategoría en México para el periodo 1990 a 2010. ....	74
Anexo E. Superficie de conversión de terrenos agrícolas anualizada (1990-2010) .....	75
Anexo F. Superficie media convertida, bosques, otras coberturas vegetales y áreas agrícolas (1990-2010).....	76
Anexo G. Hojas de trabajo sector USCUS, subcategoría de conversión de bosques y pastizales .	77

## Índice de tablas

Tabla 1. Tipos de vegetación en México .....	24
Tabla 2. Datos intermedios del periodo 2005-2012 para Áreas Nacionales Protegidas y Unidades de Manejo Ambiental. ....	28
Tabla 3. Datos intermedios del periodo 2005-2012 para Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA). ....	28
Tabla 4. Emisiones y absorciones de CO <sub>2</sub> del sector USCUS para el año 2002.....	41
Tabla 5. Emisiones y absorciones de CO <sub>2</sub> del sector USCUS para el año 2006.....	42
Tabla 6. Emisiones y absorciones de CO <sub>2</sub> del sector USCUS para el año 2010.....	44
Tabla 7. Contenido de biomasa antes y después de la conversión, así como la fracción de carbono en biomasa por tipo de vegetación, escenario 2.....	51
Tabla 8. Contenido de biomasa antes y después de la conversión, así como la fracción de carbono en biomasa por tipo de vegetación, escenario 3.....	51
Tabla 9. Tabla emisiones históricas en Gg de CO <sub>2</sub> del sector USCUS en Mexico.....	73
Tabla 10. Emisiones de CO <sub>2</sub> del sector USCUS en México, 1990- 2010. Datos desagregadas por subcategoría. ....	74
Tabla 11. Superficie de la conversión de terrenos agrícolas anualizada por tipo de vegetación (1990-2010). ....	75
Tabla 12. Superficie media convertida (promedio de 10 años), de bosques, otras coberturas vegetales y áreas agrícolas, periodo 1990-2010 .....	76

## Índice de figuras

Figura 1. Gobernanza Global Ambiental y del Cambio Climático.....	8
Figura 2. Enfoques arriba-abajo y abajo-arriba.....	10
Figura 3. Reality Check. ....	11
Figura 4. Estructura de una Comunicación Nacional para países No Anexo I. ....	13
Figura 5. Estructura de un Informe de Actualización Bienial.....	14
Figura 6. Metodologías para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero en el sector USCUS. ....	16
Figura 7. Diagrama de relaciones entre subcategorías del sector USCUS en el IPCC-1996.....	16
Figura 8. Diagrama de subcategorías del sector USCUS en la GBP2003. ....	17
Figura 9. Las Comunicaciones Nacionales ante la UNFCCC y el sector USCUS de México. ....	19
Figura 10. Estructura legislativa ante el cambio climático en México .....	20
Figura 11. Políticas ante el cambio climático en el PND 2007-2012 .....	21
Figura 12. Estructura institucional de México ante el cambio climático .....	21
Figura 13. Mapa de distribución de cobertura vegetal en México.....	23
Figura 14. Comparativa de las emisiones de CO <sub>2</sub> del sector USCUS en México con otros sectores del país y el resto mundo, emisiones en Gg de CO <sub>2</sub> . ....	25

Figura 15. Comparativa de programas relacionados al sector USCUS en las tres últimas Comunicaciones Nacionales de México. ....	29
Figura 16. Comparativa de objetivos específicos identificados para cada las tres últimas Comunicaciones Nacionales de México. ....	29
Figura 17. Alineación con los objetivos de mitigación de la LGCC. ....	30
Figura 18. Alineación con los objetivos de adaptación de la LGCC. ....	31
Figura 19. Comparativa de objetivos que reportan alguna meta. ....	32
Figura 20. Comparativa de objetivos que reportan resultados. ....	32
Figura 21. Comparativa de porcentaje de objetivos específicos que superan, cumplen o no reportan el cumplimiento de una meta. ....	33
Figura 22. Áreas Naturales Protegidas. ....	34
Figura 23. Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA). ....	35
Figura 24. Diagnóstico y tratamiento fitosanitario. ....	36
Figura 25. Incorporación de superficies a manejo técnico forestal sostenible en comunidades. ....	36
Figura 26. Reforestación. ....	37
Figura 27. Medidas que contemplan como resultado la reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> . ....	37
Figura 28. Programa de Dendroenergía. ....	38
Figura 29. Diagrama de emisiones de GEI de México en 2002. ....	40
Figura 30. Emisiones de CO <sub>2</sub> para el periodo 1990-2002 del sector USCUS en México ....	41
Figura 31. Diagrama de emisiones de GEI de México en 2009. ....	42
Figura 32. Emisiones de CO <sub>2</sub> para el periodo 1990-2006 del sector USCUS en México ....	43
Figura 33. Diagrama de emisiones de GEI de México en 2010. ....	44
Figura 34. Emisiones de CO <sub>2</sub> para el periodo 1990-2002 del sector USCUS en México ....	45
Figura 35. Comparativa de las series temporales de emisiones de CO <sub>2</sub> del sector USCUS en las tres últimas Comunicaciones Nacionales de México ante la UNFCCC. ....	46
Figura 36. Comparativa de años bases para las tres últimas Comunicaciones Nacionales de México ante la UNFCCC. ....	47
Figura 37. Conversión de bosques y pastizales en el sector USCUS en el IPCC-1996. ....	49
Figura 38. Tres escenarios para la subcategoría de conversión de bosques y pastizales de México en el periodo 1990-2010. ....	53

## Resumen

A nivel mundial las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en los últimos años han incrementado considerablemente, repercutiendo en el aumento de la temperatura media global y el cambio climático. Para la mitigación de estos efectos, la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, UNFCCC por sus siglas en inglés, ha dedicado y dedica sus esfuerzos a definir las estrategias internacionales, de aquí por ejemplo se creó el Protocolo de Kioto que establece, entre muchos otros aspectos concretos, los sectores productivos y tipos de gases que deben ser estimados en temas de cambio climático y reducción de emisiones de GEI. Este trabajo de fin de máster presenta el análisis y resultados para tres líneas de investigación sobre la evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector Uso de Suelo Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUISS) en México entre 1990 y 2010. Las dos primeras líneas son de carácter más general y contemplan 1) el estudio de las emisiones totales de CO<sub>2</sub> en el sector y 2) el análisis de las políticas de mitigación y adaptación implementadas por el país en el sector durante los últimos años. La tercera es específica y además comprueba y establece el nexo entre los dos tipos de investigación, a partir del 3) análisis la subcategoría de conversión de bosques y pastizales; de acuerdo con lo que establece la UNFCCC, empleando las directrices del IPCC para las estimaciones de emisiones gases de efecto invernadero. Para realizar este análisis se trabaja con los datos más recientes recogidos de las Comunicaciones Nacionales e Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de México. Los resultados de estos análisis demuestran una relación directa de las medidas de mitigación implementadas con los objetivos de la Ley General de Cambio Climático mexicana, problemáticas de diferencias metodológicas de estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> del sector USCUISS y la evolución destacable hacia y el desarrollo de factores de emisión propios para el sector forestal.

## Abstract

Greenhouse gas (GHG) emissions (GHG) in recent years have increased considerably, affecting the increase in global average temperature and climate change. To mitigate these effects, the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), has devoted and is dedicating its efforts to define international strategies, hence, for example, the Kyoto Protocol creation, which establishes, among many other specific aspects, the productive sectors and types of gases that should be estimated on issues of climate change and GHG emissions reduction. This master thesis presents the analysis and results for three lines of research on the evolution of CO<sub>2</sub> emissions from the Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF) sector in Mexico between 1990 and 2010. The first two lines are of a general nature and include 1) the study of the total CO<sub>2</sub> emissions in the sector and 2) the analysis of the mitigation and adaptation policies implemented by the country in the sector during the last years. The third is specific and also verifies and establishes the link between the two types of research, based on 3) the analysis of the subcategory of forest and grassland conversion; in accordance the UNFCCC requirements, by using the IPCC guidelines for estimation of GHG emissions. To carry out this analysis, the most recent data was collected from the National Communications and Inventories of Greenhouse Gas Emissions from Mexico. The results of these analyzes show a direct relation of the mitigation measures implemented with the objectives of the Mexican General Law of Climate Change, problems of methodological differences in the estimation of CO<sub>2</sub> emissions in the LULUCF sector and the remarkable evolution towards and development of own emission factors for the forestry sector.

## Resum

A nivell mundial les emissions de gasos d'efecte hivernacle (GEH) en els últims anys han incrementat considerablement, repercutint en l'augment de la temperatura mitjana global i el canvi climàtic. Per a la mitigació d'aquests efectes, la Convenció Marc de Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic, UNFCCC per les sigles en anglès, ha dedicat i dedica els seus esforços a definir les estratègies internacionals, d'aquí per exemple es va crear el Protocol de Kyoto que estableix, entre molts altres aspectes concrets, els sectors productius i tipus de gasos que han de ser estimats en temes de canvi climàtic i reducció d'emissions de GEH. Aquest treball de fi de màster presenta l'anàlisi i resultats per a tres línies d'investigació sobre l'evolució de les emissions de CO<sub>2</sub> del sector Ús de Sòl Canvi d'Ús de Sòl i Silvicultura (USCUSS) a Mèxic entre 1990 i 2010. Les dues primeres línies són de caràcter més general i contemplen 1) l'anàlisi de les polítiques de mitigació i adaptació implementades pel país en el sector durant els últims anys i 2) l'estudi de les emissions totals de CO<sub>2</sub> en el sector. La tercera és específica i més comprova i estableix el nexa entre els dos tipus d'investigació, a partir del 3) anàlisi la subcategoria de conversió de boscos i pastures; d'acord amb el que estableix la UNFCCC, emprant les directrius de l'IPCC per a les estimacions d'emissions gasos d'efecte hivernacle. Per realitzar aquesta anàlisi es treballa amb les dades més recents recollides de les Comunicacions Nacionals i Inventaris d'Emissions de gasos d'efecte hivernacle de Mèxic. Els resultats d'aquestes anàlisis demostren una relació directa de les mesures de mitigació implementades amb els objectius de la Llei General de Canvi Climàtic mexicana, problemàtiques de diferències metodològiques d'estimació d'emissions de CO<sub>2</sub> del sector USCUSS i l'evolució destacable cap i el desenvolupament de factors d'emissió propis per al sector forestal.

## Palabras Clave

- Uso de suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUSS) en México
- Subcategoría conversión de bosques y pastizales
- Comunicaciones Nacionales
- Políticas de mitigación y adaptación ante el camino climático
- Estimación de CO<sub>2</sub> con las directrices del IPCC versión revisada 1996



## 1. Introducción

México es uno de los países, a la vanguardia entre los países en desarrollo, en el marco de temas de cambio climático, puesto que no forma parte del Anexo I de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC, del inglés United Nations Framework Convention on Climate Change). Dentro de los países desarrollados, el país es miembro de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) con una participación muy activa en los trabajos y negociaciones en la UNFCCC. En este contexto atiende y establece, aún más de lo requerido, sus compromisos y políticas propias, a través de la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero de los sectores productivos y gases contemplados en el Protocolo de Kioto y presentando sus Comunicaciones Nacionales.

### 1.1. Motivación

Las líneas de investigación de este trabajo surge en el contexto de los del grupo singular de investigación en Sostenibilitat, Tecnologia i Humanisme (STH), concretamente del Grupo sobre Governament del Canvi Climàtic (GGCC) de la Universitat Politècnica de Catalunya, dirigidos ambos por quienes también son tutores de este trabajo de investigación, Olga Alcaraz y Josep Xercavins. El grupo cuenta con una amplia experiencia en temas de análisis de la gobernanza global en cambio climático, y están centrados en el análisis de escenarios de mitigación de emisiones del Informe AR5 del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC del inglés, Intergovernmental Panel on Climate Change); y muy especialmente en el análisis del escenario RCP2.6, el único que es compatible en mantener la temperatura media de la superficie de la Tierra por debajo de los 2°C, respecto a la temperatura de la época preindustrial.

Dentro del amplio marco descrito en el párrafo anterior, el presente trabajo de fin de máster se centra en el estudio de uno de los sectores más importantes de emisiones de CO<sub>2</sub>, el sector Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUSS) en México; en el afán por conocer más y mejor a niveles lo más prácticos y reales posibles, ambas realidades el sector y el país, de cómo se estiman, cómo se comportan y que políticas se definen e implementan en relación a las emisiones de gases de efecto invernadero, en concreto las emisiones de dióxido de (CO<sub>2</sub>).

La biodiversidad forestal mexicana en sus extensas áreas de bosques y selvas son potencialmente sumideros de carbono pero también, derivado de sus cambios de usos son principalmente emisores del CO<sub>2</sub>, es decir, estas emisiones no solo son parte del proceso natural forestal, son mayormente ocasionadas por la intervención humana. El estudio del sector USCUSS permite conocer esta dinámica entre emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> y el presente trabajo procura también analizarlas en relación a las políticas que han sido implementadas para la mitigación ante el cambio climático en el sector.

México por su situación geográfica es un país altamente vulnerable ante el cambio climático (INECC, 2016), y se encuentra dentro de los países con mayores emisiones de CO<sub>2</sub>, en el lugar número 13 (European Commission, 2017), por esta razón su participación en un contexto global de mitigación y adaptación ante el cambio climático, es y deberá ser más que un compromiso “formal”, sino el resultado del ejercicio de conciencia de sus responsabilidades que deben verse reflejadas en las dinámicas sociales, económicas y ambientales del país. Conocer las emisiones de CO<sub>2</sub> y las políticas que el país ha implementado en los últimos años en el marco del Protocolo de Kioto en sí es muy relevante y lo es más en proyección a la trayectoria que seguirá en los próximos años para afrontar sus compromisos de mitigación dentro del Acuerdo de París, aunque éste tratado aún se encuentra pendiente por definir sus requerimientos mínimos necesarios para su implementación real.

## 1.2. Objetivos Generales

- Analizar los estudios, los informes y las políticas que México ha presentado a la comunidad internacional ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC, del inglés United Nations Framework Convention on Climate Change), en la relación al cambio climático.
- Analizar la evolución de las emisiones totales de CO<sub>2</sub> y muy especialmente las subcategorías o subsectores de mayor impacto en emisiones en el sector de producción de emisiones de CO<sub>2</sub> Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUSS) en México.
- Analizar, entre otras formas, como intersección de los dos análisis anteriores, las políticas de mitigación del sector USCUSS implementadas por México en los últimos años.

## 1.3. Objetivos Específicos

- Analizar, en general, pero en el contexto de las correspondientes políticas internacionales al respecto, las últimas Comunicaciones Nacionales de México ante la UNFCCC.
- Analizar, más concretamente, la evolución temporal de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector USCUSS que se presentan en las mencionadas Comunicaciones Nacionales de México ante la UNFCCC y los Inventarios Nacionales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.
- Analizar las políticas de mitigación de CO<sub>2</sub> del sector USCUSS que se presentan en las correspondientes Comunicaciones Nacionales de México ante la UNFCCC.
- Analizar específicamente la subcategoría con mayor impacto en las emisiones de CO<sub>2</sub> dentro del sector USCUSS en México, a través del uso de las guías metodológicas del IPCC adecuadas para ese caso y de la evaluación del país en el uso más particularizado de las mismas.

## 1.4. Metodología

De acuerdo con los objetivos descritos en la sección anterior y con la finalidad de alcanzarlos se procederá con la siguiente metodología:

Se empezará por la línea de estudio de la información presentada por México, en una primera parte del Capítulo 3. Se analizarán a partir de los reportes de México, los programas que contemplan medidas de mitigación y adaptación. Se identificarán objetivos específicos por programa, metas y resultados. Para realizar el análisis se construirá una matriz de análisis donde se revisen de manera cruzada los programas y sus objetivos específicos versus los objetivos de mitigación y adaptación contemplados en los artículos 101 y 102 de la nueva Ley General de Cambio climático mexicana. La matriz tiene la finalidad analizar los tipos de medidas de mitigación, las metas y resultados presentados y encontrar relaciones y tendencias entre las políticas ante el cambio implementadas por el país durante los últimos años.

En segundo lugar y para la obtención de los datos a utilizar en los análisis que se realizarán en las líneas de investigación relativas al sector USCUSS, se explorarán fuentes oficiales de información de México, concretamente la Tercera, Cuarta y Quinta Comunicaciones Nacionales (NC) de México presentadas ante la UNFCCC y los Inventarios Nacionales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de los periodos 1990-2002 y 1990-2010 para el sector USCUSS.

En el análisis de las emisiones totales de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) del sector USCUSS contenido en la segunda parte del Capítulo 3 se explorarán los datos provenientes de las fuentes oficiales descritas en el párrafo anterior y se elaborarán graficas de escala temporal para los periodos reportados a fin de

analizar las tendencias, diferencias y similitudes entre las cifras de emisiones de CO<sub>2</sub>, provenientes de las metodologías que han sido utilizadas para la obtención de estas cifras del sector.

En el capítulo 4 se contemplará el análisis de la subcategoría de emisiones de CO<sub>2</sub> que mejor representa al sector USCUS, por ser la más significativa entre las otras, la subcategoría de conversión de bosques y pastizales. Para este estudio primeramente se formularán tres escenarios de variables de superficie y factores de emisión a partir de datos reportados por México en su último Inventario Nacional de Emisiones Gases de Efecto Invernadero que contempla el periodo de 1990 a 2010. Posteriormente para realizar los cálculos para la obtención de emisiones se utilizará la metodología y plantillas de hojas de trabajo contenidas en las “Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, versión revisada de 1996 del IPCC”. A partir de las emisiones calculadas para cada escenario se construirá una gráfica de evolución temporal para el periodo de 1990 a 2010 que será analizada para conocer el comportamiento de las emisiones y la compatibilidad entre los tres escenarios para extraer del análisis las conclusiones pertinentes.

### 1.5. Delimitación del tema y estructura del TFM

Los temas que se denominan de cambio climático poseen una extensión y diversidad que, aun de manera interrelacionada, son inabordables en un solo estudio con las características de un trabajo fin de master. Dadas estas circunstancias, la delimitación del presente TFM es la siguiente:

- Un solo país, México, caracterizados por ser miembro activo y congruente de la UNFCCC.
- Las Comunicaciones Nacionales que, como forma de mostrar su gran congruencia, México ha presentado de manera oficial ante la UNFCCC.
- Y dentro del sector USCUS que es muy extenso en sí y contempla una innumerable cantidad de sublíneas de investigación, la delimitación como alcance del presente estudio será:
  - Este trabajo se centrará en el análisis del sector USCUS en el marco de la información contenida en las Comunicaciones Nacionales Tercera, Cuarta y Quinta y los dos últimos Inventarios Nacionales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de México.
  - Se estudiarán las emisiones de CO<sub>2</sub> y no se contemplará las emisiones de gases traza como son el metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) que se desprenden sobre todo de la quema de biomasa en sector USCUS.
  - Se estudiará la subcategoría de conversión de bosques y pastizales del sector USCUS ya es la que tiene la mayoría de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector USCUS.

Hasta este punto, definidos los objetivos generales y específicos, la metodología y delimitación del TFM, su desarrollo se estructurará en cinco capítulos:

Para el desarrollo de este trabajo de fin de master se estructuraron cinco capítulos:

1. Introducción
2. Gobernanza ambiental global y gobernanza del cambio climático
  - 2.1. Gobernanza ambiental global y NNUU
  - 2.2. Gobernanza del cambio climático y UNFCCC
  - 2.3. Convención Climática, Protocolo de Kioto y Acuerdo de París
  - 2.4. Metodologías de la UNFCCC/IPCC para reportar emisiones de GEI en general y específicamente del sector USCUS.
3. Análisis de las últimas tres Comunicaciones Nacionales de México
  - 3.1. México y la lucha del cambio climático; instituciones y políticas generales
  - 3.2. Descripción del sector USCUS en México
  - 3.3. Análisis de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector USCUS en las últimas tres Comunicaciones Nacionales

- 3.4. Resultados del análisis de las emisiones del sector USCUS en las últimas tres Comunicaciones Nacionales
- 3.5. Análisis de los programas de mitigación y adaptación ante el cambio climático en el sector USCUS
- 3.6. Análisis de los programas de mitigación y adaptación ante el cambio climático en el sector USCUS
- 4. Análisis de las subcategoría de conversión de bosques y pastizales
  - 4.1. Análisis de las emisiones de CO<sub>2</sub> en la subcategoría Conversión de Bosques y Pastizales en México utilizando Directrices del IPCC para INEGI versión revisada 1996
  - 4.2. Resultados del Análisis de las emisiones CO<sub>2</sub> en la subcategoría Conversión de Bosques y Pastizales en México
- 5. Conclusiones
  - 5.1. Conclusiones parciales
  - 5.2. Conclusiones finales y propuestas de futuro

## 2. Gobernanza ambiental global y gobernanza del cambio climático

Para comprender las políticas de gobernanza ambiental y del cambio climático global es conveniente conocer cómo surgen y cómo se forman las mismas, esto a partir de las organizaciones internacionales y de los hechos que resultan en la búsqueda de soluciones a problemas propios del *Antropoceno*.<sup>1</sup> En este capítulo se explican brevemente algunos hitos en la historia relacionados con la creación de organizaciones que atienden dichos asuntos ambientales; la Convención Marco del Cambio Climático, el Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París; así como los propósitos y objetivos de éstas, que han resultado en la influencia, en gran medida, de la estructura de la política climática y medioambiental actual.

### 2.1. Gobernanza ambiental global y NNUU

El 1 de enero de 1945, en medio de la Segunda Guerra Mundial y con representación de 26 países, surge la Organización de Naciones Unidas (ONU), o simplemente Naciones Unidas (NNUU), a través de la firma de la *Declaración de Naciones Unidas* (Naciones Unidas, n.d.). Posteriormente, en octubre de 1945, la ONU toma existencia oficial con una mayoría de 51 países miembros y la firma de la Carta de la ONU (CONU). Éste es el documento base de la organización, donde se expresa el carácter internacional de la organización, así como sus facultades, las que le permiten tomar medidas en problemas de la humanidad actuales, tales como el cambio climático, producción de alimentos, desarrollo sostenible, salud y derechos humanos (Naciones Unidas, n.d.).

Al momento de la fundación de la ONU se crearon también, como órganos principales, la Asamblea General; los Consejos de Seguridad, Económico y Social; la Administración Fiduciaria; la Corte Internacional de Justicia y la Secretaría (Naciones Unidas, n.d.). La Asamblea General es el órgano que representa, rige y toma decisiones en la ONU. Éste se reúne cada año en el mes de septiembre en una sesión para la toma de decisiones sobre temas derivados a partir de la CONU (Naciones Unidas, n.d.).

Después de la Segunda Guerra Mundial, las décadas de 1960 y 1970 se vieron marcadas por fuertes movimientos ecologistas en el mundo. Se comenzó a crear conciencia acerca de la Tierra como el lugar que habitamos, sobre la fragilidad de ésta, de cómo utilizamos los recursos, además de reconocer los límites de éstos en el planeta (Naciones Unidas, n.d.). Esta conciencia permeó en el interés mundial y desde luego en el de la ONU de forma sólida, lo que dio lugar a que en 1972 se convocara a la *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano* en la ciudad de Estocolmo, Suecia. Este evento tuvo como resultado más importante el establecimiento del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP en inglés, United Nations Environmental Programme), mismo que se encarga de los temas de protección al medio ambiente, cambio climático, sustancias peligrosas, aprovechamiento adecuado de los recursos, entre otros de temas ambientales (Naciones Unidas, n.d.), ver Figura 1. Gobernanza Global Ambiental y del Cambio Climático.

En la década de los 1980 se comprobó científicamente el creciente agotamiento de la capa de ozono, cuyo deterioro había sido ocasionado, principalmente, por halocarbonos como los clorofluorocarbonos (CFC) e hidroclorofluorocarbonos (HCFC) (Naciones Unidas, 2018). Este hecho fue clave para que en 1987 se firmara el Protocolo de Montreal (PM), tratado en el que se establecen las medidas que deben seguirse en la protección de la capa de ozono. El PM establece el control de la producción y consumo de alrededor de 100 sustancias químicas distintas que agotan la capa de ozono (Naciones Unidas, 2018).

---

<sup>1</sup> Término utilizado por el ganador del premio Nobel de Química en 1995, P.J. Crutzen en “The Anthropocene”, para definir una nueva era geológica de alta actividad humana, industrial y de explotación de recursos. (Crutzen, 2006).

## Gobernanza Global Ambiental y del Cambio Climático

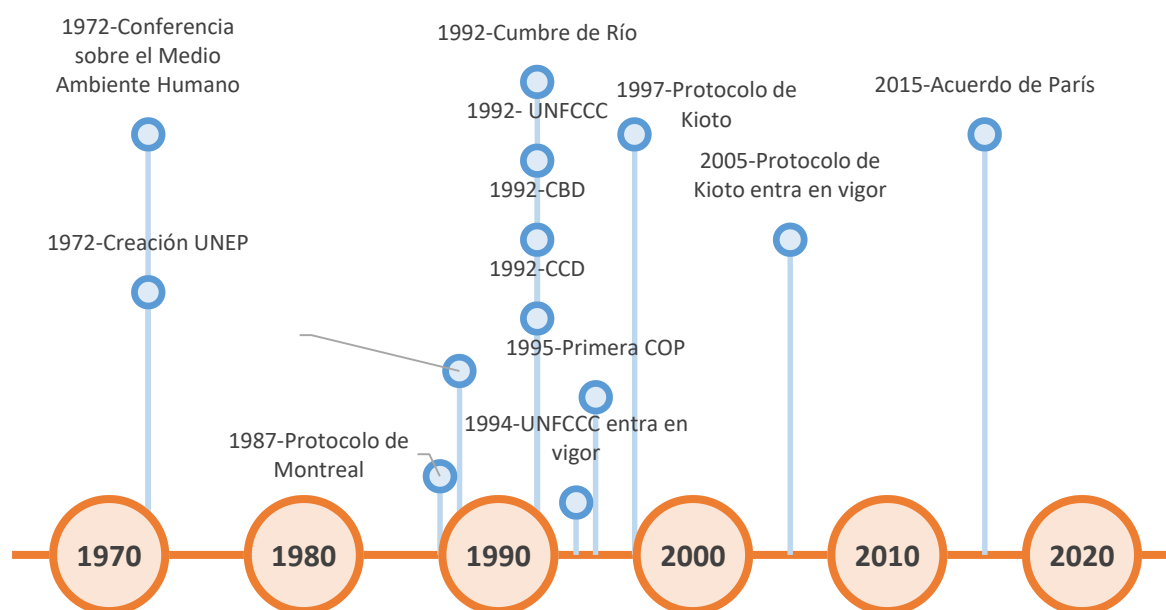


Figura 1. Gobernanza Global Ambiental y del Cambio Climático.

Fuente: elaboración propia con datos de UNFCCC y Naciones Unidas (UNFCCC, 2014), (Naciones Unidas, n.d.).

### 2.2. Gobernanza del cambio climático y UNFCCC

En noviembre de 1988, a través de la Organización Meteorológica Mundial (WMO del inglés, World Meteorological Organization) y del UNEP se estableció el IPCC, como organismo científico internacional de investigación en los riesgos ocasionados por cambio climático (UNFCCC, 2014). A la fecha, el IPCC continúa siendo la principal institución que compila y publica en sus informes los resultados de los estudios realizados en el mundo sobre las evidencias del cambio climático, su mitigación y la adaptación.

Uno de los eventos más importantes en temas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) es sin duda la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro Brasil, donde se firmó la UNFCCC (UNFCCC, 2014). A esta firma en Río se le unieron dos Convenciones de gran importancia ambiental mundial, la Convención para la Diversidad Biológica (CBD, Convention on Biological Diversity); y la Convención para el Combate a la Desertificación (CCD, Convention to Combat Desertification) (UNFCCC, 2014).

Finalmente, la UNFCCC, también llamada simplemente Convención, fue puesta en vigor en marzo de 1994 (UNFCCC, 2014). A razón de esto, en 1995 tuvo lugar la Primera Conferencia de las Partes (COP del inglés Conference of Parties) en Berlín, Alemania, donde se lograron algunas bases para la creación de lo que posteriormente sería el Protocolo de Kioto, adoptado en la COP 3 en 1997 y que ha sido el tratado más importante enfocado a la reducción de GEI a nivel global.

### 2.3. Convención climática, Protocolo de Kioto y Acuerdo de París

La UNFCCC en su documento regente, reconoce los cambios del clima y sus efectos adversos en el planeta; declara su preocupación por el aumento de las emisiones de GEI generadas por las actividades

humanas, ya que éstas se han intensificado con el tiempo, ocasionado calentamiento global; también reafirma, en su conocimiento sobre los sumideros y depósitos de GEI, que debe existir cooperación internacional ante el cambio climático (Naciones Unidas, 1992).

Entiéndase Parte como un sinónimo de país, por lo que, cuando se habla de las Partes de la Convención, se refiere a todos aquellos países que han ratificado su participación dentro de la UNFCCC. Hasta el momento han ratificado 197 países. La Convención divide a las Partes o países participantes en tres grupos principales:

1. Partes del Anexo I son aquellos países industrializados o miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), también incluye las Economías en Transición (EIT, del inglés Economies in Transition), como la Federación Rusia, los Estados Bálticos y algunos países del centro y este de Europa (UNFCCC, 2018).
2. Partes del Anexo II incluye los países pertenecen a la OCDE y miembros también del Anexo I, pero que no son EIT. Estos países tienen compromiso de brindar recursos financieros a aquellos en desarrollo para la reducción de emisiones y el cumplimiento de sus compromisos ante la Convención (UNFCCC, 2018).
3. Partes No Anexo I son principalmente países en desarrollo y con gran vulnerabilidad a los impactos del cambio climático. Para estas Partes, la Convención promueve la atención a sus necesidades y preocupaciones como inversión y transferencia de tecnología (UNFCCC, 2018).

La COP es el órgano supremo de toma de decisiones de la Convención. La tarea fundamental de la COP es revisar las Comunicaciones Nacionales y los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (INEGEI), entregados por las países (UNFCCC, 2018). Se tiene una COP todos los años, a menos que las Partes decidan lo contrario, en 2018 se llevará a cabo la COP24.

El Protocolo de Kioto (PK), puesto en vigor en 2005, surge como un tratado dentro de la misma UNFCCC, con un enfoque de política ‘top-down’ o ‘arriba-abajo’, que compromete a los países industrializados responsables de la mayor parte de las emisiones de gases de efecto invernadero en el mundo a la reducción de los mismos, ver Figura 2 de enfoques de “arriba-abajo” abajo-arriba”

Para cumplir estas metas de reducción de emisiones de GEI, dentro del PK, se tienen tres mecanismos conjuntos: El Mecanismo de Desarrollo Limpio (CDM, por sus siglas en inglés, Clean Development Mechanism), Implementación Conjunta (JI, por su acrónimo en inglés, Joint Implementation), Comercio Internacional de Emisiones (IET, del inglés International Emissions Trading) (UNFCCC, 2018). Del PK, y aprobado en la UNFCCC, se desprenden también herramientas para el funcionamiento y aplicación de éste, por ejemplo, las guías de elaboración de INEGEI, procedimientos de reporte y verificación de compromisos, del mismo modo las Comunicaciones Nacionales y los Informes de Actualización Bienial que se describen en capítulos más adelante en este trabajo.

En su Anexo A, el PK marca la pauta sobre los tipos de GEI y los sectores que deben ser reportados por los países en los INEGEI y desde luego en las Comunicaciones Nacionales y Reportes Bieniales. Los seis gases de efecto invernadero contenidos en este anexo son dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) (Naciones Unidas, 1998). Los sectores o categorías de fuentes de emisiones que deberán reportarse: energía, procesos industriales, agricultura, desechos (Naciones Unidas, 1998); y en el caso especial del USCUS, los lineamientos básicos para reportar el sector se contemplan en el artículo 3 del PK.

Años después de la puesta en vigor del PK, no se han logrado estabilizar a nivel mundial, las emisiones de GEI. Además se han presentado dificultades para lograr que los países, sobre todo los altamente industrializados, tengan una mitigación de gases efectiva y sostenible a lo largo del tiempo. En una revisión de la realidad actual del mundo realizada por el Grupo de Trabajo I del IPCC, en el Quinto Informe de Evaluación (en inglés Fifth Assessment Report), se manifiesta un incremento en más de un 40% de las emisiones a las de la era preindustrial, un aumento de la temperatura de 0.85 °C, temporadas



de lluvia o calor intensas que no existían anteriormente, entre otros efectos causados, principalmente, por la actividad humana industrial (UNFCCC, 2014). Ver Figura 3 de revisión de la realidad.

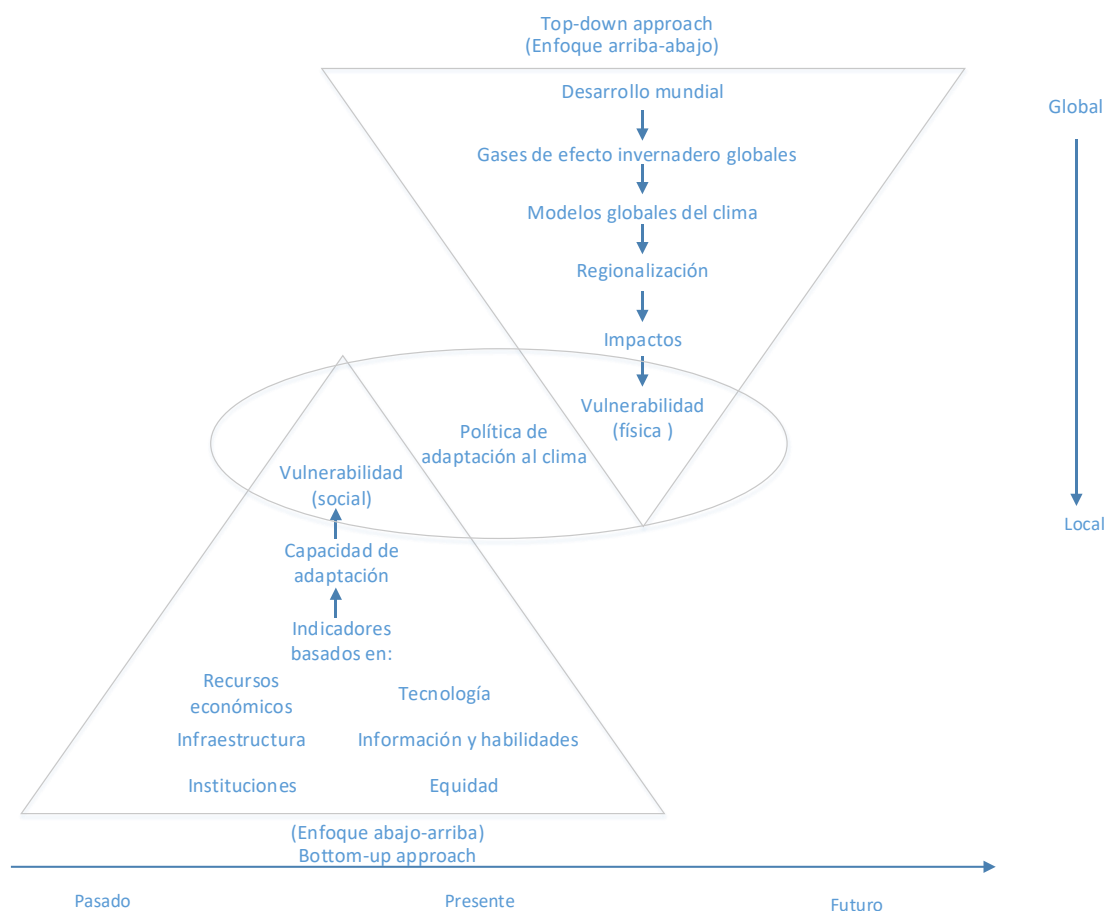


Figura 2. Enfoques arriba-abajo y abajo-arriba.

Fuente: adaptación y traducción propia de 'Top-down' and 'Bottom-up' approaches used to inform climate adaptation policy del artículo "Does climate adaptation policy need probabilities?". Los autores Dessai y Hulme describen el flujo de desde la pirámide como global hacia la punta de la pirámide como local (Dessai & Hulme, 2004).








Esta insuficiencia de resultados claros en los esfuerzos de mitigación de gases de efecto invernadero a partir del PK, y la urgencia por crear medidas realmente efectivas ha llevado a la firma del Acuerdo de París (AP) en 2015, tratado que también nace dentro de la UNFCCC, con ambiciosos objetivos para la reducción de emisiones de GEI. El AP se centra en conseguir mantener el aumento de la temperatura media global por debajo de 2°C, respecto a los niveles preindustriales; fortalecer las capacidades de los países para enfrentar los impactos ocasionados por el cambio climático (UNFCCC, 2018), llevar los flujos financieros hacia un "desarrollo resiliente" del clima y de "bajas emisiones de gases de efecto invernadero" (Naciones Unidas, 2015).

En su artículo 3, el AP define las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC por sus siglas en inglés, Nationally Determined Contributions), que deben ser entregadas por los partes para responder al cambio climático y cumplir con el propósito del acuerdo mismo (Naciones Unidas, 2015). Las NDC entregadas por las Partes constituyen las ambiciones más altas de los países a nivel mundial respecto a mitigaciones de emisiones de GEI (Naciones Unidas, 2015). El AP es un tratado con un enfoque de política de mitigación 'bottom-up' o de 'abajo-arriba', y este detalle se debe precisamente a las NDC, ya que teóricamente cada país propone la cantidad de emisiones que planea reducir, con base en un



escenario de emisiones pasadas y actuales, además de sus circunstancias nacionales. Ver Figura 2 de enfoques de “arriba-abajo” abajo-arriba”.

## Reality Check

1.  **Carbon dioxide** concentration is 40% higher than in pre-industrial times.
2.  **Human activity** caused most of the warming between 1951 and 2010.
3.  Earth's surface **warmed 0.85°C** over the period 1880 to 2012.
4.  **Heatwaves and heavy rains** have become more frequent since the 1950s.
5.  Arctic sea **ice has declined** on average 3.8% per decade since 1979.
6.  Global **sea level is expected to rise** between 26 and 82 cm by 2100.
7.  Only an **aggressive mitigation scenario** can keep temperature rise below 2°C.

Source: IPCC Working Group I - Fifth Assessment Report

Figura 3. Reality Check.

Fuente: Grupo de Trabajo I, en el Quinto Informe de Evaluación. Recuperado de [unfccc.int/timeline/](http://unfccc.int/timeline/), (UNFCCC, 2014).

## 2.4. Comunicaciones Nacionales e Informes de Actualización Bienal

Una Comunicación Nacional (NC por sus en inglés, National Communication) es un reporte que las Partes se compromete a presentar de manera periódica ante la UNFCCC, en apego a los lineamientos establecidos en las guías que a su vez han sido aprobadas durante la Conferencia de las Partes (COP, Conference of the Parties) (UNFCCC, 2009). Dentro de los compromisos que deben tomar las Partes No Anexo I, se encuentra el de entregar su primera NC en los primeros tres años de entrar en la Convención y, posteriormente, cada cuatro (UNFCCC, 2018).

La NC contiene los compromisos de las Partes para entregar los puntos establecidos en los artículos 4 y 12 de la Convención (UNFCCC, 2009):

- a. Un inventario de emisiones antropogénicas de fuentes y absorciones de sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal.
- b. Una descripción general de la Parte para la implementación de la Convención.
- c. Cualquier otra información que la Parte No Anexo I considere relevante para lograr sus objetivos ante la Convención.

La descripción de la estructura y contenido general de las NC y de los INEGEI para las partes que no figuran en el Anexo I, están contenidas en la Decisión 17/CP.8 “Guidelines for the preparation of

*national communications from parties not included in Annex I to the Convention*” (UNFCCC, 2002), de la COP8 en 2002 de Nueva Delhi. Los puntos más importantes que debe contener una NC y un INEGEI se pueden observar en la Figura 4 Estructura de una Comunicación Nacional para países No Anexo I.

Los INEGEI o inventarios de emisiones antropológicas son la base de la que se desprenden las NC, son el instrumento que permite conocer el panorama del país en cuestión de emisiones de cada uno de los sectores y tipos de GEI contemplados en el PK. Algunos puntos que debe contener un INEGEI se describen en la Figura 4 Estructura de una Comunicación Nacional para países No Anexo I.

Las Partes No Anexo I (PNAI), no tienen la obligación de presentar inventarios de gases de efecto invernadero independientes, y sus comunicaciones nacionales no se examinan a profundidad, contrario a los países del Anexo I, para los cuales existe un examen exhaustivo de sus reportes. (UNFCCC, 2007). Sin embargo, la presentación de estos documentos es relevante para el cumplimiento de los compromisos ante la Convención.

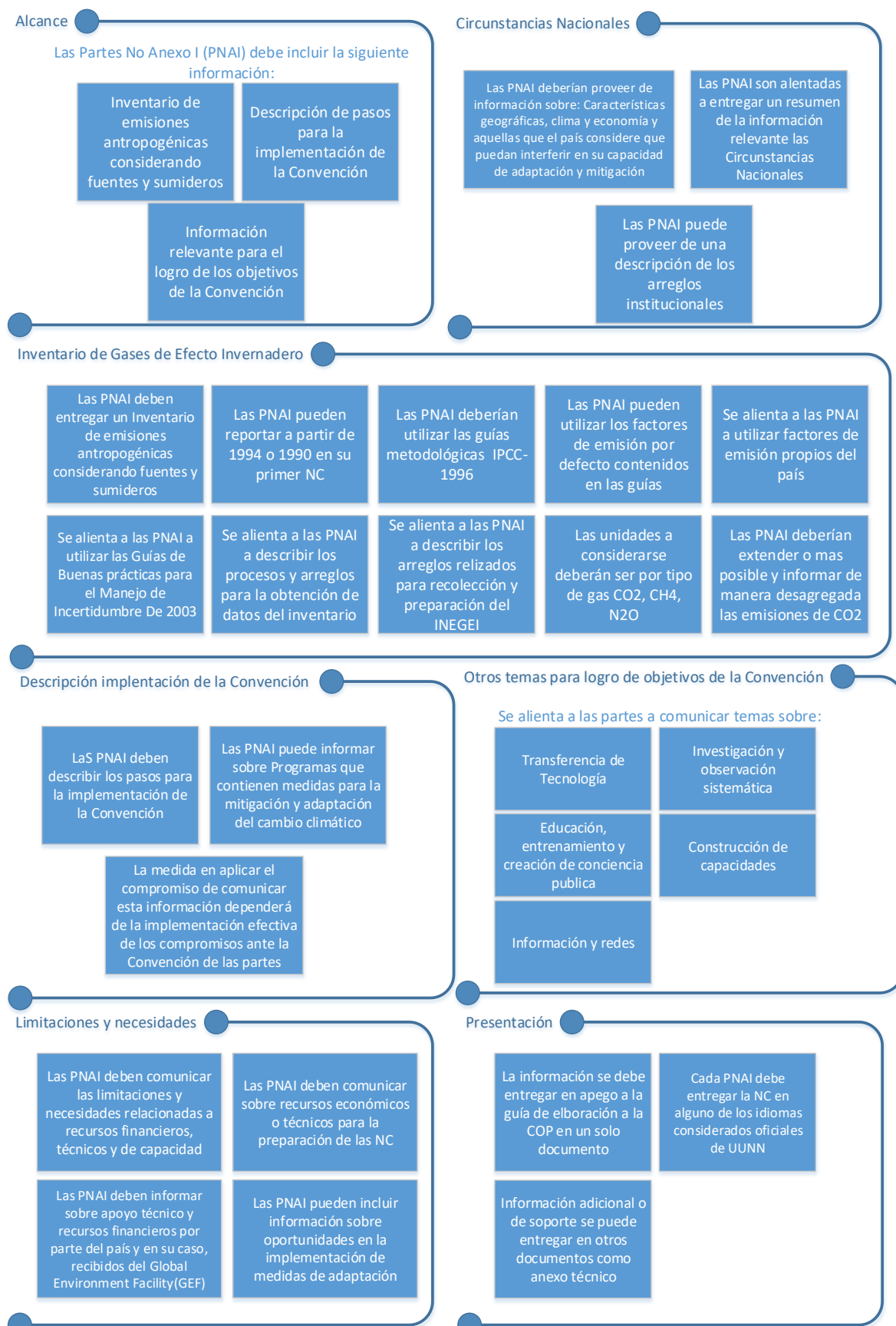
Los Informes de Actualización Bienial (BUR por sus siglas en inglés, Biennial Update Reports) son reportes que deben ser presentados por las PNAI como una forma de actualización de información ante la UNFCCC (UNFCCC, 2018). Durante la COP17 en 2012, se decidió que los BUR, fuesen entregados por PNAI, hacia diciembre del 2014, pero esto también dependería de las capacidades técnicas y del apoyo que tuvieran los países al llevar a cabo los reportes (UNFCCC, 2018). Las guías para reportar los BUR se contemplan en el Anexo III de la COP 17, realizada en Durban. Una descripción de la estructura y contenido del BUR para las PNAI, se puede observar en la Figura 5.

## 2.5. Metodologías de la UNFCCC/IPCC para reportar las emisiones de GEI en general y, específicamente del sector USCUS en las Comunicaciones Nacionales

Como parte de los objetivos conjuntos y a través de la solicitud de la Convención, el IPCC es el organismo a cargo de la creación de guías metodológicas para calcular y reportar las emisiones de GEI, que son presentadas en los INEGEI y desde luego en las NC. Las primeras guías se publicaron en la década de los noventa, siendo éstas las *Guías del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero de 1995* (en inglés *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*), mismas que constaban de tres volúmenes.

También en la década de los noventa tuvo lugar la publicación de las *Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, versión revisada de 1996* (IPCC-1996). En inglés, *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (IPCC, 2018); comprendidas también de tres volúmenes, uno para reportar, un libro de trabajo y un manual de referencia. Esta versión de las guías sustituyó en su totalidad a la de 1995.

Posteriormente, en 2000 se emitió la *Guía de Buenas Prácticas para el Manejo de Incertidumbre* para los *Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero* (GBPMI-2000, en inglés *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*) (IPCC, 2018), como un complemento de las IPCC 1996, en un solo volumen. En 2003 el IPCC publicó, en un volumen, la *Orientación sobre las Buenas Prácticas para el Uso de la Tierra, Cambio de Uso de Tierra y Silvicultura* (GBP2003, en inglés *Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry*) (IPCC, 2018). La intención en la publicación de esta guía se entendería como un avance en la metodología de cálculo de emisiones de GEI del sector USCUS (IPCC, 2003).



**Figura 4. Estructura de una Comunicación Nacional para países No Anexo I.**  
 Fuente: elaboración propia con información de la Decisión 17/CP.8 "Guidelines for the preparation of national communications from parties not included in Annex I to the Convention" (UNFCCC, 2002).

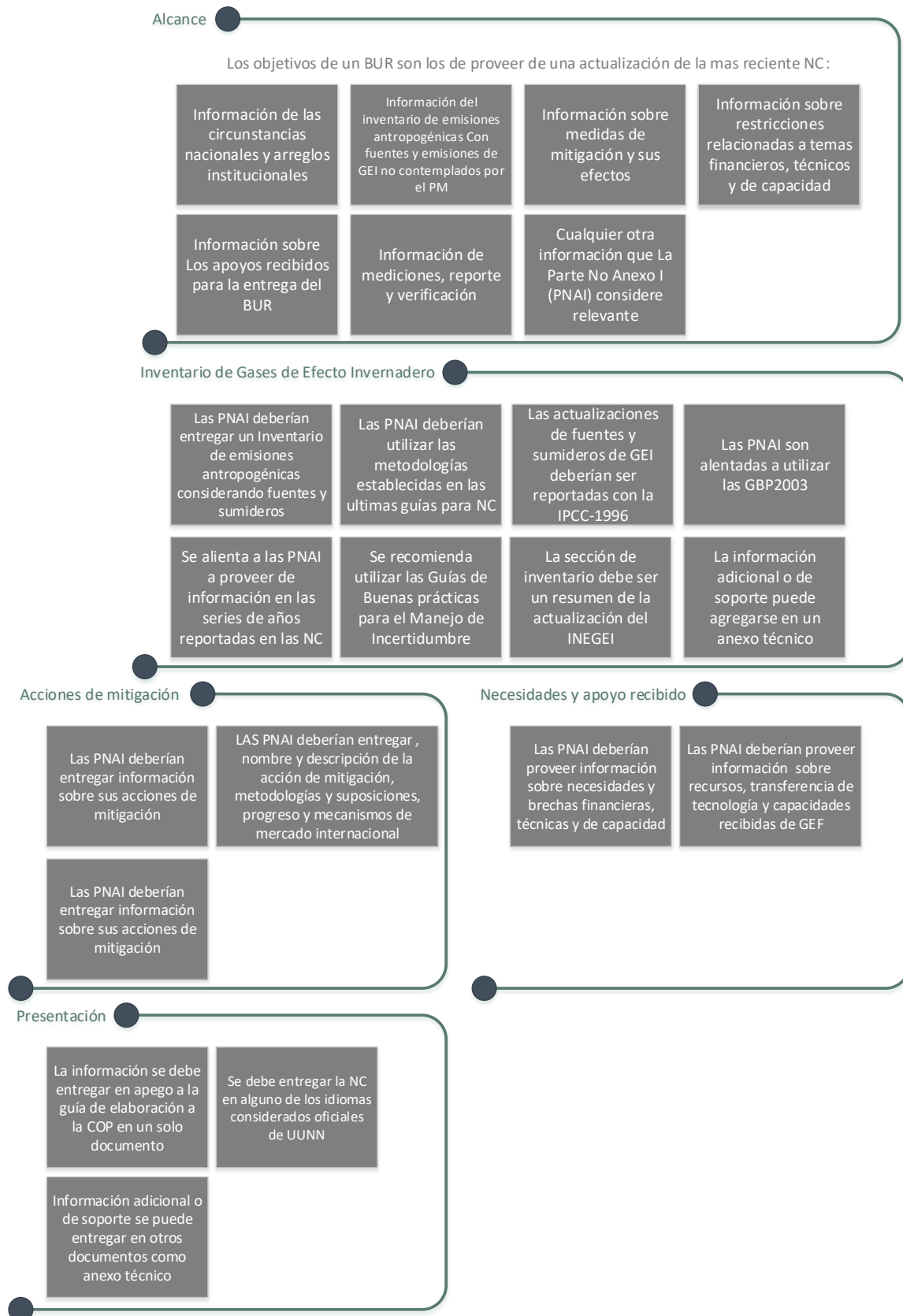


Figura 5. Estructura de un Informe de Actualización Bienial.

Fuente: elaboración propia con datos del Anexo III “UNFCCC biennial update reporting guidelines for Parties not included in Annex I to the Convention” de la COP 17 (UNFCCC, 2011).

Posteriormente, en 2000 se emitió la *Guía de Buenas Prácticas para el Manejo de Incertidumbre para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (GBPMI-2000, en inglés Good Practice Guidance and Uncertainty Mangement in National Greenhouse Gas Inventories)* (IPCC, 2018), como un complemento de las IPCC 1996, en un solo volumen. En 2003 el IPCC publicó, en un volumen, la *Orientación sobre las Buenas Prácticas para el Uso de la Tierra, Cambio de Uso de Tierra y Silvicultura (GBP2003, en inglés Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry)* (IPCC, 2018). La intención en la publicación de esta guía se entendería como un avance en la metodología de cálculo de emisiones de GEI del sector USCUS (IPCC, 2003).

*Las Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero* (IPCC-2006. En inglés *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*) se publicaron en 5 volúmenes con la intención de realizar una actualización a las IPCC1996 (IPCC, 2006). Complementarios a estas directrices se publicaron, en un volumen cada uno, en inglés las *2013 Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol*; y, como complemento, las *2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands* (IPCC, 2018).

De acuerdo con la definición de la UNFCCC, el sector Uso de Suelo Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUS) es aquél que contempla las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero, que son el resultado directo de las actividades humanas en el uso del suelo, cambios del uso del suelo y silvicultura. (UNFCCC, 2018). USCUS es el nombre que se le da en México al sector conocido por su acrónimo en inglés, LULUCF (Land Use, Land-Use Change, and Forestry).

En documentos sobre todo metodológicos de la UNFCCC e IPCC traducidos al castellano se puede encontrar el nombre del sector como *Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura* (UTCUTS). Esta diferencia de término de referencia que se le ha asignado en México o en otros países de habla hispana, y el que es utilizado en las metodologías del IPCC; podría radicar, principalmente, en la interpretación al traducir la palabra “*land*” del inglés, al español “*tierra*” o “*suelo*”. Para efectos de este trabajo de investigación se utilizará el término Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura y su acrónimo USCUS.

Específicamente, para el sector USCUS, de las metodologías mencionadas anteriormente son tres las que se pueden ser utilizadas en el cálculo de las emisiones de GEI

1. Las Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, versión revisada de 1996 (IPCC-1996),
2. La Orientación sobre las Buenas Prácticas para el Uso de la Tierra, Cambio de Uso de Tierra y Silvicultura (GBP2003), y
3. Las Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (IPCC-2006).

La diferencia entre las metodologías se observa principalmente en las subcategorías que comprenden cada una de ellas, lo que conlleva también a cambios en las fórmulas y factores de emisión para estimarlas. En el IPCC-1996 se contempla el sector Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (CUS) con las subcategorías: cambios en otros reservorios de biomasa, conversión de bosques y pastizales, abandono de tierras manejadas, cambios en el carbono del suelo y productos maderables (IPCC, 1997). Las GBP2003 consideran el sector USCUS con las subcategorías tierras forestales, praderas, tierras agrícolas, asentamientos, humedales, otras tierras y los productos maderables (IPCC, 2003). Una de las diferencias más importantes del IPCC que es la última versión de las directrices, es la fusión de USCUS y Agricultura.

En la Figura 6 se puede observar la evolución de las metodologías descritas anteriormente. La Figura 7 contempla las relaciones entre subcategorías y las variables utilizadas para el cálculo de las emisiones de GEI en la metodología IPCC-1996. En la Figura 8 se detallan las subcategorías, que contempla cada una las variables que deben ser empleadas para la estimación de GEI en la GBP2003.

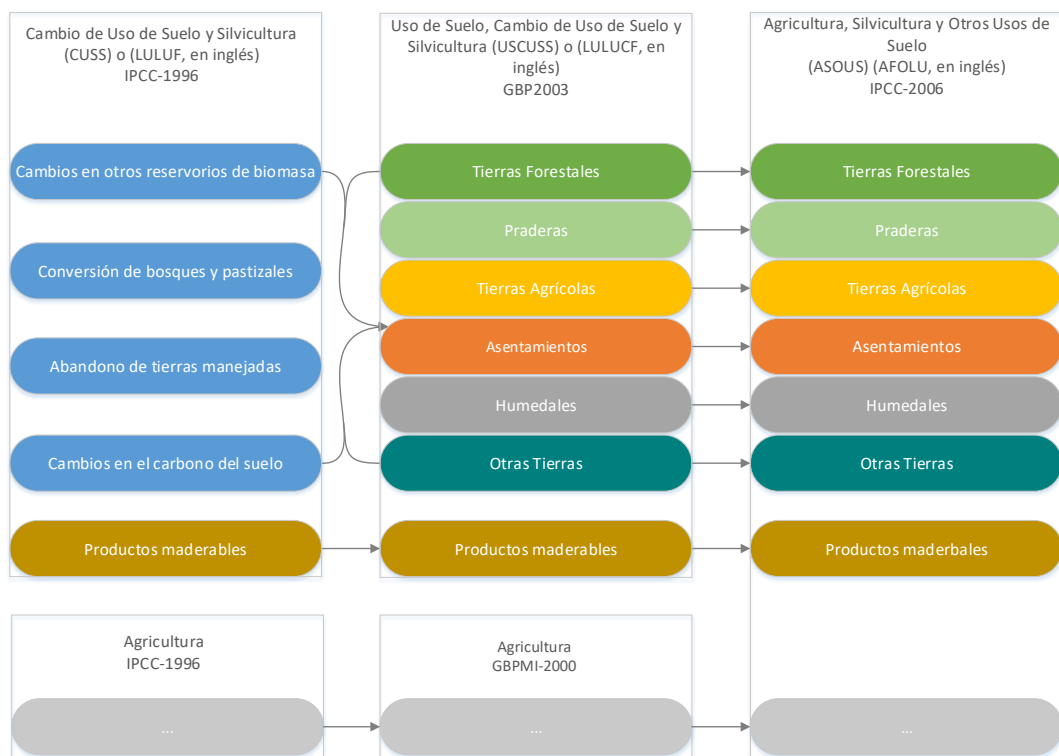


Figura 6. Metodologías para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero en el sector USCUS. Fuente: adaptación y traducción de “AFOLU in the IPCC 2006 Guidelines” (IPCC, 2018).

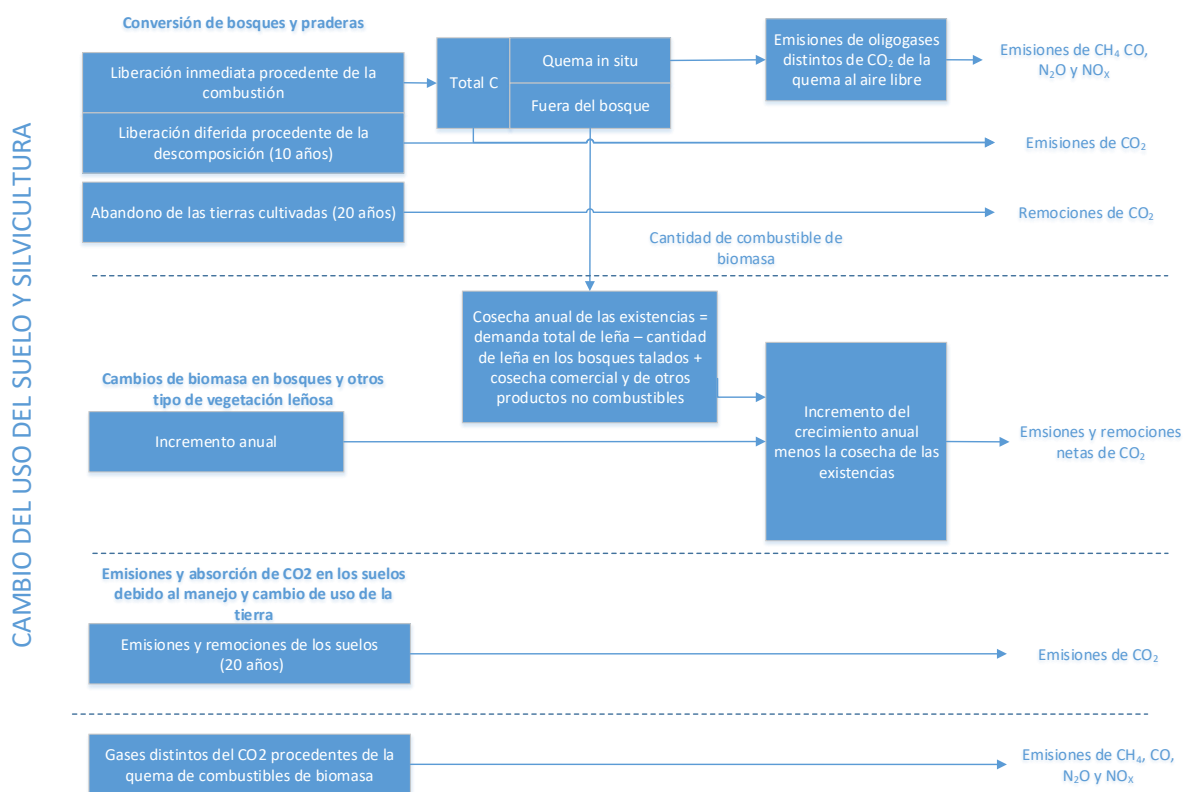


Figura 7. Diagrama de relaciones entre subcategorías del sector USCUS en el IPCC-1996. Fuente: Módulo 5 Cambio del uso de la Tierra y Silvicultura de las Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, versión revisada de 1996 (IPCC, 1997).

En términos generales, para los INEGI de las PNAI, el apartado III.A de la Decisión 17/CP.8, se declara que; se deben emplear las guías IPCC-1996, y en su apartado III.11, recomienda utilizar las GBPMI (UNFCCC, 2002). Al final dependerá de cada país, la metodología utilizada, de acuerdo a sus capacidades técnico-económicas y a los proyectos de cooperación y desarrollo, con otros países que faciliten recursos financieros, tecnológicos, educativos o de construcción de capacidad.

El uso de las distintas versiones metodológicas, no sólo en México, sino en todos los países que han ratificado el PK, permite la interpretación entre el “debe” y el “debería”, para usar una u otra. Existe dificultad al exigir a los países el uso de una metodología en particular en un futuro inmediato, incluso dentro del marco del AP, ya que, como no se ha realizado un acuerdo en el que se obligue totalmente a utilizar una versión en concreto. Muchos han desarrollado en mayor medida las estimaciones en algunas versiones en específico y, para ellos, sería problemático migrar a una distinta.

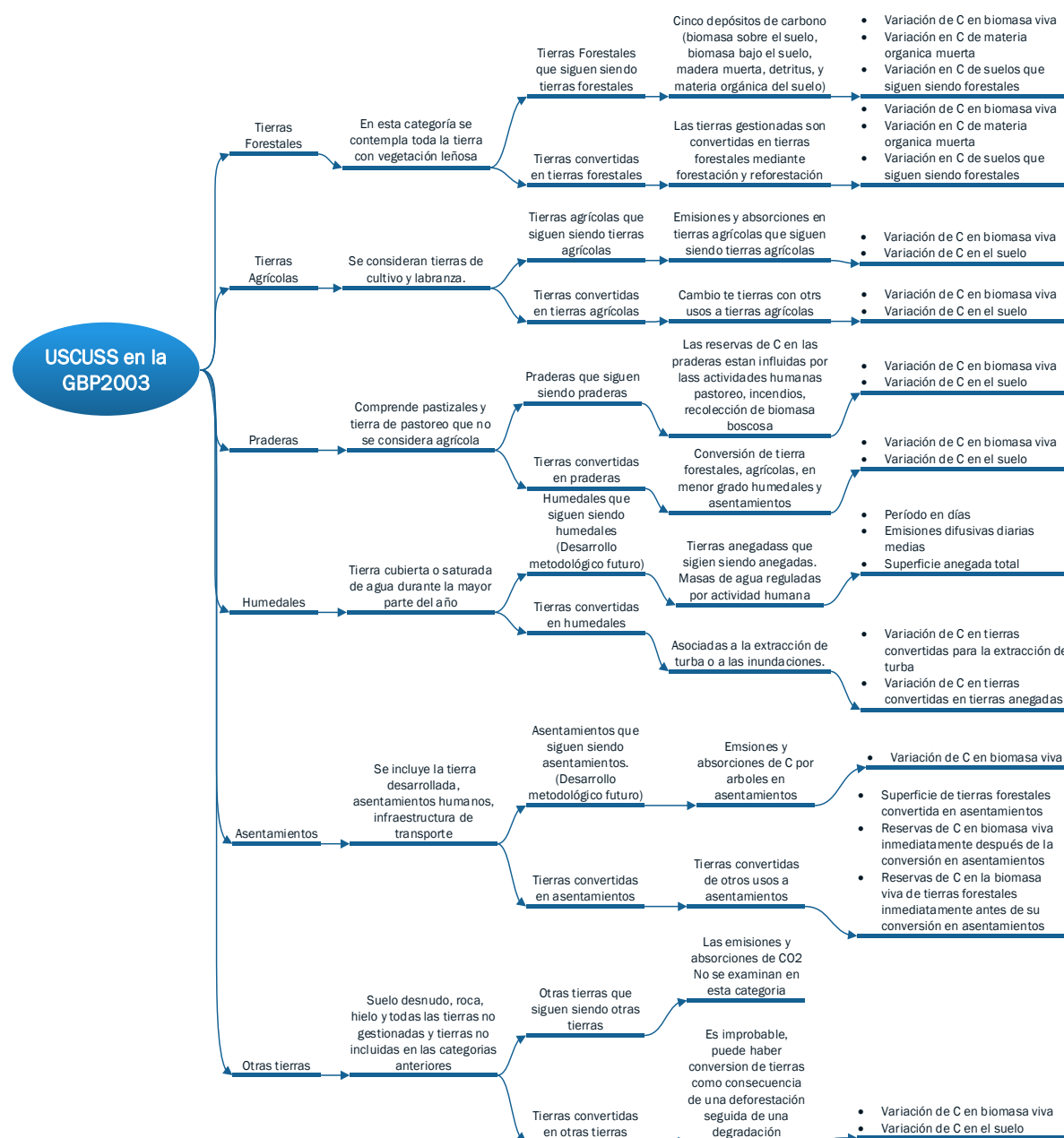


Figura 8. Diagrama de subcategorías del sector USCUSS en la GBP2003.

Fuente: elaboración propia con datos de la Orientación sobre las buenas prácticas para el uso de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura (IPCC, 2003).



### 3. Análisis de las tres últimas Comunicaciones Nacionales de México ante la UNFCCC

Este ejercicio de análisis se realiza a partir de la información del sector USCUS contenida en las tres últimas NC presentadas por el gobierno mexicano ante la UNFCCC y, desde luego, gracias a la información contenida en los INEGEI que corresponden a cada NC, principalmente documentos de soporte, en los cuales se basan los informes contenidos en estas NC.

#### 3.1. México y la lucha contra el cambio climático; instituciones y políticas generales y grandes características de sus Comunicaciones Nacionales

México se localiza entre los paralelos 32° 43' 06", donde confluye el río Gila con el Colorado y 14° 32' 27", donde desemboca el río Suchiate y entre las longitudes oeste 118° 22' 00" y 86° 42' 36" (INEGI, 2018). Su ubicación geográfica, enclavada entre dos océanos, lo hace vulnerable ante el cambio climático, especialmente aquellos ocasionados por fenómenos hidrometeorológicos (INECC, 2016). En la actualidad, gran parte de los desastres naturales en México se deben, principalmente, a huracanes y ciclones que azotan las costas del país, dejando a su paso afectaciones sociales y del paisaje.

Consciente de su vulnerabilidad ante el cambio climático, el país firmó la UNFCCC el 13 de junio de 1992, la cual fue aprobada por la Cámara de Senadores del Honorable Congreso de la Unión del país el 3 de diciembre del mismo año, posterior a la aprobación del senado, fue ratificada ante las NNUU en marzo de 1993. Con esta firma el país se comprometió a las obligaciones que este instrumento conlleva (SEMARNAT, 2015). A la fecha, febrero 2018 (UNFCCC, 2018), México sigue estando considerado dentro de las Partes No Anexo I de la UNFCCC, es por ello que la información, sobre todo metodológica, que se concentra en este trabajo de investigación está dada, principalmente, de acuerdo con los lineamientos propios de ese grupo.

A partir de 1992, México empezó a dar respuesta a sus compromisos adquiridos ante la Convención, presentando su Primera Comunicación Nacional (NC1). En la década de 1980 se realizó un preinventario de GEI que sirvió de base para integrar el primer INEGEI de 1990 a 1996 del país, mismo que se reporta en la NC1. Posteriormente, en 2001, se entrega una segunda NC (NC2), en la que se reporta una actualización de los datos del INEGEI 1990-1996. Ver Figura 9.

En 2006 se entrega la Tercera Comunicación Nacional (NC3-2006), basada en el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero para el periodo entre los años 1990 a 2002 (INEGEI 1990-2002). Una Cuarta Comunicación Nacional (NC4-2009) se entregó en 2009, misma que reporta una actualización del INEGEI 1990-2002. En cuanto al último reporte de este tipo, en 2012 se presentó ante la UNFCCC la Quinta Comunicación Nacional (NC5-2012) con datos del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del periodo 1990 al 2010 (INEGEI 1990-2010).

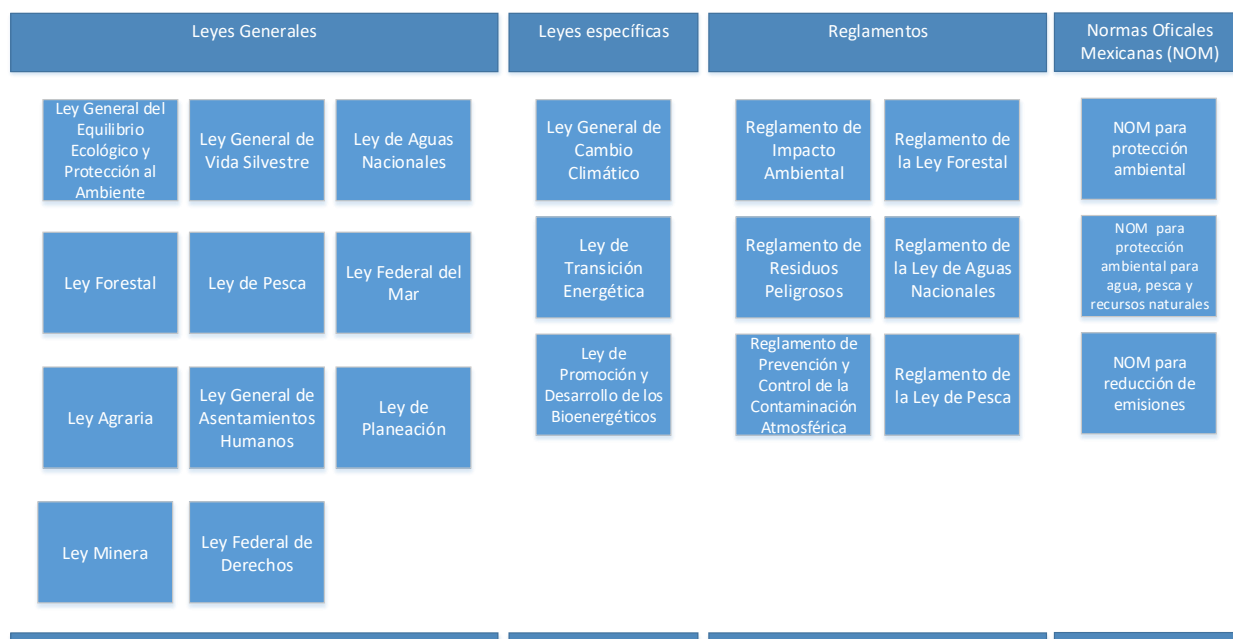
En cuestión de políticas generales, México cuenta con un marco legislativo ambiental sólido, con diversas leyes y reglamentos de protección al medio ambiente, a la biodiversidad, a los recursos marinos y a los bosques. Como es de esperarse en todos los países, esta estructura legal mexicana no se ha dado de la noche a la mañana, tanto leyes como reglamentos forman parte de un proceso largo para cubrir las necesidades intrínsecas del país y, como siempre, están sujetas a una mejora continua. En términos de soporte a esfuerzos del país ante el cambio climático existe un conjunto de reglamentos, leyes y normas que permiten alinear dentro de un contexto legal-ambiental la toma de decisiones en las políticas de mitigación y adaptación del país. La Figura 10 muestra la estructura legislativa esencial de México para el cambio climático, cabe mencionar que esta estructura también se respalda con otras leyes y reglamentos específicos de cada sector y que no se incluyen en esta figura.



## Las Comunicaciones Nacionales y el sector USCUS de México



Figura 9. Las Comunicaciones Nacionales ante la UNFCCC y el sector USCUS de México.  
Fuente: elaboración propia con datos de las Comunicaciones Nacionales presentadas ante la UNFCCC y los INEGEI de México.



*Figura 10. Estructura legislativa ante el cambio climático en México*  
*Fuente: elaboración propia con datos de INECC y las Comunicaciones Nacionales de México ante la UNFCCC. (INECC, 2018), (INECC, 2007)*

Con base en la legislación mexicana, el país ha estructurado en los años recientes políticas y estrategias enfocadas al cambio climático, es importante resaltar que éstas han evolucionado a través de los años y dependen, fundamentalmente, de los gobiernos en turno y se basan ante todo en los Planes Nacionales de Desarrollo que hayan sido aprobados en ese sexenio. El sexenio de 2006 a 2012 contempló el cambio climático en su Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (PND 2007-2012), con una serie de metas a cumplir en temas de reducción de emisiones y medidas ante el cambio climático. La Figura 11 detalla las metas mencionadas.

En los últimos años, México ha destacado por ser uno de los pocos países en desarrollo que ha llevado su preocupación por la problemática del cambio climático a una forma legislativa, a través de la promulgación de la Ley General de Cambio Climático (LGCC) en junio 2012. Los objetivos fundamentales de esta ley son garantizar un medio ambiente sano; buscar una economía sostenible y baja en emisiones de carbono; la regulación de medidas, el fomento de educación, investigación, desarrollo e innovación y transferencia de tecnología relacionada a la mitigación y adaptación ante el cambio climático (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2012).

A raíz de la promulgación de la LGCC se creó el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), que se define como “organismo público descentralizado de la Administración Pública Federal, con personalidad jurídica, patrimonio propio y autonomía de gestión sectorizado en la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)” (INECC, 2018). Su misión principal es la protección ambiental y la mitigación y adaptación ante el cambio climático. El INECC es parte fundamental para la creación de políticas en este rubro y se apoya de secretarías e institutos del país para lograr su misión y objetivos. En la Figura 12 se muestra la estructura institucional de México respecto a las dependencias de gobierno relacionadas con la lucha ante el cambio climático.

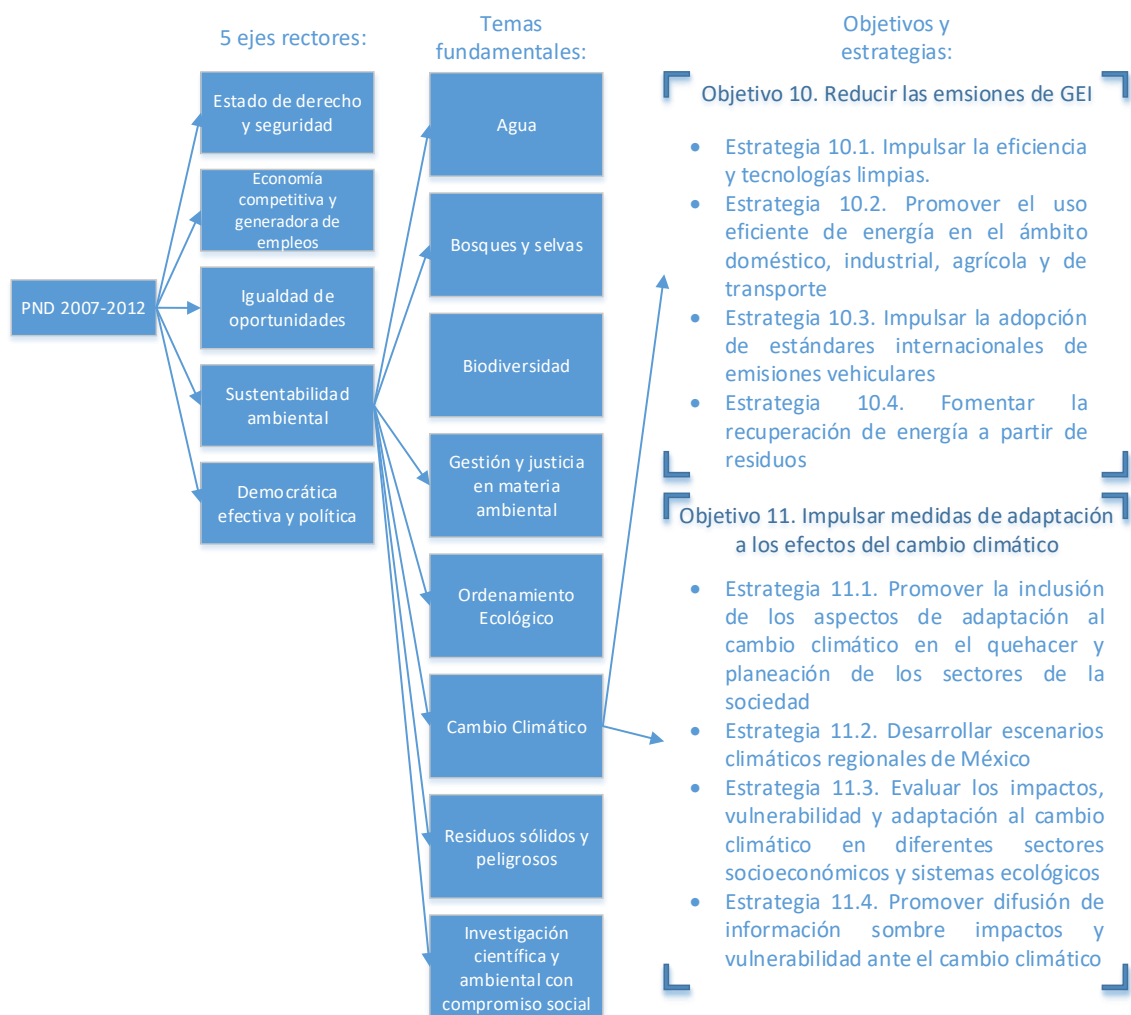


Figura 11. Políticas ante el cambio climático en el PND 2007-2012

Fuente: adaptación de "Los cinco ejes rectores del PND 2007-2012 de la Quinta Comunicación Nacional de México ante la UNFCCC (INECC-SEMARNAT, 2012)



Figura 12. Estructura institucional de México ante el cambio climático

Fuente: elaboración propia con datos de la Quinta Comunicación Nacional de México ante la UNFCCC:

### 3.2. Descripción del sector USCUS en México

El territorio de México se encuentra dividido casi a la mitad por el Trópico de Cáncer, lo que contribuye a que al norte se tenga un clima frío a templado y cálido en la parte sur, esta diversidad de clima también se manifiesta en los tipos de suelo, roca y vegetación (INEGI, 2018). Junto a otros países de América latina como Colombia y Perú, y del continente asiático como India y China, México se encuentra en los países llamados *megadiversos*, considerados así por albergar cerca del 70% de la diversidad biológica del mundo (CONABIO, 2017). En el país, cerca de 600 especies son utilizadas para reforestar; 4,000 se consideran plantas medicinales. Existen cientos de especies de vegetación exótica y miles de especies de plantas con potencial biotecnológico, y alrededor de 2,500 especies se encuentran en algún estatus de protección (SRE, 2013).

En sus 1,935,162 km<sup>2</sup> de extensión territorial (INEGI, 2018), el país tiene 116 millones de hectáreas forestales, concentrando el 10% de la biodiversidad mundial (INE-SEMARNAT, 2006). El territorio mexicano aún conserva 49.48% de su vegetación original, esto quiere decir que hay vegetación que no ha sido afectada por actividades humanas (INEGI, 2018). Se tiene alrededor de 50 tipos de clase de cobertura vegetal, mismas que se muestran en la Tabla 1. La distribución en territorio nacional de los tipos de cobertura vegetal se puede observar en la Figura 13.

Las grandes extensiones de bosques son muy relevantes, sobre todo por los servicios ambientales que ofrecen. Por ejemplo, la Selva Lacandona en el estado de Chiapas es parte substancial de los servicios ambientales de México, ya que genera 30% del agua dulce del país; captura carbono y genera oxígeno; retiene agua regulando inundaciones; genera nutrientes para el suelo y, especialmente esta zona, contribuye a la productividad de las costas de Tabasco y Campeche (INE-SEMARNAT, 2006).

En lo que se refiere a la propiedad de los terrenos forestales, que se contemplan en el sector USCUS en el país, existen diversos regímenes de la propiedad (CONAFOR-SEMARNAT, 2012):

- Propiedad Pública.- Se incluyen terrenos sin título expedido, Terreno Nacional y Zona Federal.
- Propiedad privada.- Ésta contempla el condueñazgo, fraccionamiento, la pequeña propiedad y propiedad privada de personas físicas o morales
- Propiedad social.- Un ejemplo son los ejidos y comunidades.

En cuestión de estimaciones de emisiones del sector USCUS, se han dividido los tipos de cobertura vegetal en los siguientes grupos: bosque de coníferas, bosque de coníferas latifoliadas, bosque de latifoliadas, selva alta, selva mediana, selva baja, matorral, pastizal y otros tipo de vegetación. A partir de esta división de tipos, se contemplan las emisiones generadas en los cambios en superficie de cobertura y el carbono que puede ser capturado cuando se recuperan extensiones de suelo y son reforestados. Las clases agrupadas de pueden observar en la Tabla 1. Del sector USCUS, se reportan tres de los seis tipos de GEI del PK: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). El CO<sub>2</sub> como parte de absorciones y emisiones de biomasa, existente o talada y los últimos dos como gases traza de la quema de biomasa.

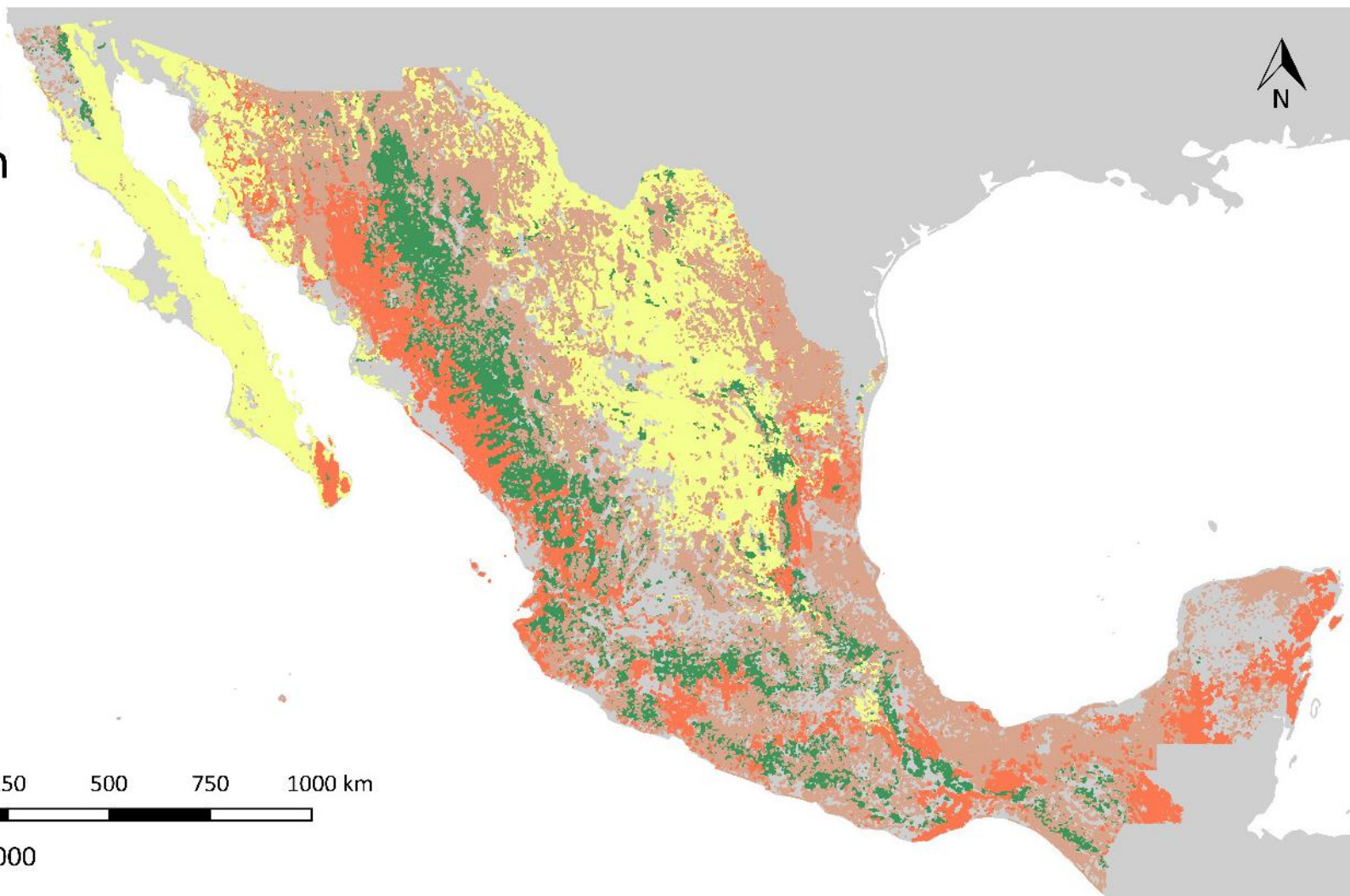
## Mapa de cobertura vegetal en México

### Leyenda

- Matorral
- Pastizal
- Templado
- Tropical

250 0 250 500 750 1000 km

Escala 1:15,000,000



*Figura 13. Mapa de distribución de cobertura vegetal en México  
Fuente: Conjunto de datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación Serie V (Capa Unión) (INEGI, 2013).*



Tabla 1. Tipos de vegetación en México

Tipos de Vegetación	Clases	Clases de cobertura vegetal
<b>Templado</b>	<b>Agrupadas</b>	
	Bosque de coníferas	Bosque de Ayarin, Bosque de Oyamel, Bosque de Pino, Bosque de Tascate, Bosque Inducido
	Bosque de Coníferas-Latifoliadas	Bosque de Encino-Pino, Bosque de Pino-Encino
<b>Tropical</b>	Bosque Latifoliadas	Bosque de Cedro, Bosque de Encino, Bosque de Galería
	Selva Alta	Selva Alta Perennifolia, Selva Alta Subperennifolia, Selva de Galería
	Selva Mediana	Selva Mediana Caducifolia, Selva Mediana Perennifolia, Selva Mediana Subcaducifolia, Selva Mediana Subperennifolia
<b>Matorral</b>	Selva Baja	Mezquital, Selva Baja Caducifolia, Selva Baja Espinosa Caducifolia, Selva Baja Perennifolia, Selva Baja Subcaducifolia, Selva Baja Subperennifolia, Selva Baja Espinoza Subperennifolia
	Matorral	Matorral Crasicaule, Matorral de Coníferas, Matorral Desertico Microfilo, Matorral Desertico Rosetofilo, Matorral Espinoso Tamaulipeco, Matorral Rosetofilo Costero, Matorral Sarcocaule, Matorral Sarco-Crasicaule, Matorral Sarco-Crasicaule de Neblina, Matorral Submontano, Matorral Subtropical.
	Otros	Vegetación de Dunas Costeras, Vegetación de Galería, Vegetación de Peten, Vegetación Gipsofila, Vegetación Halofila, Palmar, Popal, Tular.
<b>Otra Vegetación</b>	Otros	
<b>Pastizal</b>	Pastizal	Pastizal Gipsofilo, Pastizal Halofilo, Pastizal Inducido, Pastizal Natural, Pradera de Alta Montana, Sabana, Sabanoide.

Fuente: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010. (INECC-SEMARNAT, 2012).

De acuerdo a datos contenidos en la INEGI 1990-2010 en comparativa con datos del Banco Mundial para el año 2010, México contribuyó en un 1.57% a las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub>, con 493,451 Gg de CO<sub>2</sub> de los cuales. En este panorama mundial el sector USCUS del país aportó 0.15% a las emisiones totales equivalentes a 45,669 Gg de CO<sub>2</sub>. Estas proporciones se pueden observar en la Figura 14.

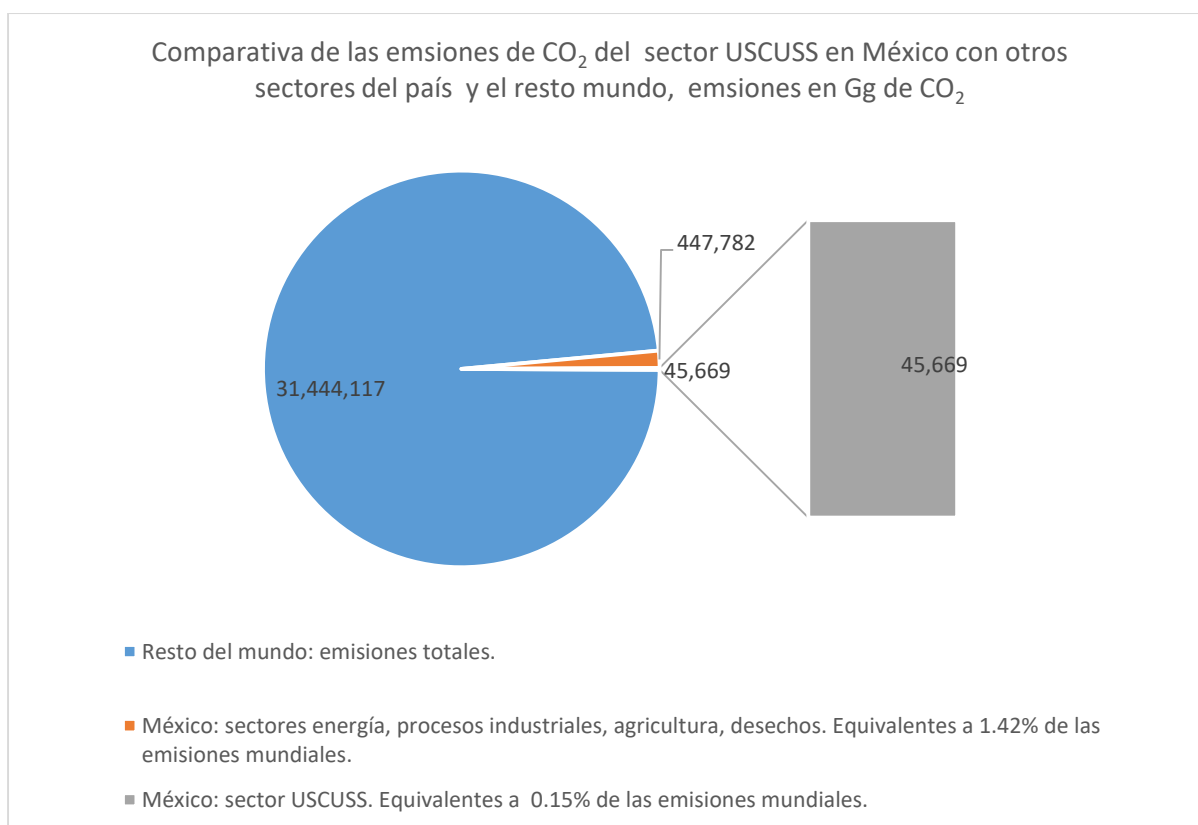


Figura 14. Comparativa de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector USCUS en México con otros sectores del país y el resto mundo, emisiones en Gg de CO<sub>2</sub>.

Fuente: elaboración propia con datos del INEGI 1990-2010 (INECC-SEMARNAT, 2012) y el Banco Mundial (Banco Mundial, 2018)

### 3.3. Análisis de los programas de mitigación y adaptación ante el cambio climático en el sector USCUS

En esta sección se analizan las medidas de mitigación y adaptación contra el cambio climático que México ha reportado en sus últimas tres NC ante la UNFCCC. En la primera parte del apartado se describe la metodología utilizada para el análisis de las medidas presentadas y en la siguiente sección se describen los resultados derivados del análisis.

El IPCC define mitigación al cambio climático como una intervención humana para reducir los cambios climáticos, sobre todo a través de aumento de sumideros y de la reducción de fuentes de emisiones de GEI. Y define adaptación como ajustes naturales o basados en sistemas humanos, que moderan daños y aprovechan oportunidades benéficas en respuesta a los efectos del cambio climático. Existen tres tipos de adaptación: anticipada, autónoma y planeada. En la anticipada se toman oportunidades antes de los impactos. La autónoma trata, sobre todo, de los cambios que se dan en los sistemas naturales de una manera espontánea. Y en la planeada se toman decisiones para crear políticas basadas en un análisis de condiciones previas (IPCC, 2018).

México en sus Comunicaciones Nacionales, reporta tres vertientes: programas que contemplan medidas de mitigación, adaptación e investigación para la adaptación y mitigación ante el cambio climático. Estos tres tipos de medidas se contemplan también para el sector USCUS, sobre todo en el sector forestal. Estos programas son la base para cumplir los objetivos de reducción de GEI y para que el país se adapte, dentro de sus circunstancias actuales, a los cambios ocasionados por clima.

Para llevar a cabo este análisis, en primer lugar, se analizaron las descripciones de los programas que contemplan medidas de mitigación, adaptación y de investigación reportadas en las NC, solamente de aquellas aplicables al sector USCUS, que contemplan en su mayoría programas del sector forestal. Por cuestiones del flujo del presente documento, la descripción completa de los programas analizados en esta sección se puede encontrar en el Anexo A. Dentro de este análisis se encontró que existen programas conjuntos que están relacionados con el sector de agricultura, sin embargo, estos no se contemplan dentro de este análisis ya que pertenecen a emisiones de otro sector y resulta poco claro cuál es el porcentaje de contribución en la mitigación de emisiones que se tendrá para cada uno de los sectores. Un ejemplo de estos programas es la reconversión productiva de tierra, relacionada a la sustitución de monocultivos por policultivos con vegetación leñosa perenne.

Con base en el análisis de descripciones, se han identificado una serie de objetivos específicos para cada uno de los programas. Existen programas que tienen más de un objetivo y que también serán contemplados en el estudio. Esta identificación y, específicamente, los objetivos funcionan como una base para entender las áreas o temas de interés nacional que han sido incluidos por México en las medidas de adaptación y mitigación. Con la descripción de los programas y de sus objetivos específicos se ha construido una matriz de análisis, clasificando cada uno de ellos en la NC y en el tipo de medida que le corresponde.

A partir de la identificación de objetivos específicos se ha determinado si esta contempla una unidad de medición, por ejemplo, proyectos ejecutados, superficie en hectáreas, toneladas de CO<sub>2</sub>, etc. En caso de que no se cuente con datos en la descripción sobre la unidad de medida se le asigna en la matriz de análisis un “No reporta”. También se ha identificado si en los documentos se describe alguna meta y si presenta un resultado y en el caso de que no se describa alguno de éstos, se le asigna un “No reporta”. Partiendo de estos dos rubros se han planteado tres casos: si el programa cumple, supera, o no reporta una meta, para este último rubro se asigna “No reporta”. Los elementos de la matriz identificados servirán también como una base para hacer el cruce con los objetivos de evaluación que a continuación se describen.

Una forma de conocer si México ha tenido medidas efectivas de mitigación y adaptación ante el cambio climático en el sector USCUS es analizando si se alinean con los objetivos de mitigación y adaptación de la política actual del país. De esta manera se podría determinar cómo ha trabajado el país en los últimos años y si existe alguna tendencia con visión a futuro en los objetivos de mitigación y adaptación. Una manera de comparar estos objetivos es versus la nueva Ley General de Cambio Climático (LGCC), ya que ésta contiene los elementos legislativos que teóricamente rigen al país en temas de cambio climático actualmente, los que lo vigilarán en años por venir.

A nivel nacional, de manera legislativa y con aplicación en todo el territorio, México ha dispuesto en su LGCC, *Título Sexto la Evaluación de la Política Nacional de Cambio Climático*, aquí se establecen dos artículos, el 101 y 102, que son fundamentales para la evaluación de las medidas ante el cambio climático (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2012):

**“Artículo 101.** *En materia de adaptación la evaluación se realizará respecto de los objetivos siguientes:*

- I. Reducir la vulnerabilidad de la sociedad y los ecosistemas frente a los efectos del cambio climático;***
- II. Fortalecer la resiliencia y resistencia de los sistemas naturales y humanos;***
- III. Minimizar riesgos y daños, considerando los escenarios actuales y futuros del cambio climático;***
- IV. El desarrollo y aplicación eficaz de los instrumentos específicos de diagnóstico, medición, planeación y monitoreo necesarios para enfrentar el cambio climático;***
- V. Identificar la vulnerabilidad y capacidad de adaptación y transformación de los sistemas ecológicos, físicos y sociales y aprovechar oportunidades generadas por nuevas condiciones climáticas;***
- VI. Establecer mecanismos de atención inmediata y expedita en zonas impactadas por los efectos del cambio climático como parte de los planes y acciones de protección civil;***



**VII.** Facilitar y fomentar la seguridad alimentaria, la productividad agrícola, ganadera, pesquera, acuícola, la preservación de los ecosistemas y de los recursos naturales, y

**VIII.** Los demás que determine la Comisión.

**Artículo 102.** En materia de mitigación al cambio climático la evaluación se realizará respecto de los objetivos siguientes:

**I.** Garantizar la salud y la seguridad de la población a través del control y reducción de la contaminación atmosférica;

**II.** Reducir las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, y mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero mediante el fomento de patrones de producción y consumo sustentables en los sectores público, social y privado fundamentalmente en áreas como: la generación y consumo de energía, el transporte y la gestión integral de los residuos;

**III.** Sustituir de manera gradual el uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía;

**IV.** La medición de la eficiencia energética, el desarrollo y uso de fuentes renovables de energía y la transferencia y desarrollo de tecnologías bajas en carbono, particularmente en bienes inmuebles de dependencias y entidades de la Administración Pública Federal centralizada y paraestatal, de las Entidades Federativas y de los Municipios;

**V.** Elevar los estándares de eficiencia energética de los automotores a través de la creación de normas de eficiencia para vehículos nuevos y de control de emisiones para los vehículos importados;

**VI.** Alinear los programas federales y políticas para revertir la deforestación y la degradación;

**VII.** La conservación, protección, creación y funcionamiento de sumideros;

**VIII.** La conservación, protección y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad;

**IX.** El establecimiento de metodologías que permitan medir, reportar y verificar las emisiones;

**X.** El desarrollo y uso de transporte público, masivo y con altos estándares de eficiencia, privilegiando la sustitución de combustibles fósiles y el desarrollo de sistemas de transporte sustentable urbano y suburbano, público y privado;

**XI.** Reducir la quema y venteo de gas para disminuir las pérdidas en los procesos de extracción y en los sistemas de distribución y garantizar al máximo el aprovechamiento del gas en Instalaciones industriales, petroleras, gaseras y de refinación;

**XII.** Promover el aprovechamiento del gas asociado a la explotación de los yacimientos minerales de carbón;

**XIII.** El aprovechamiento energético de los residuos en proyectos de generación de energía;

**XIV.** Desarrollar incentivos económicos y fiscales para impulsar el desarrollo y consolidación de industrias y empresas socialmente responsables con el medio ambiente, y

**XV.** Los demás que determine la Comisión.”

Para efectos de este trabajo de investigación y en una evaluación detallada de los artículos 101 y 102 de la LGCC, resulta que no todos los objetivos son aplicables al sector USCUS, ya que algunos objetivos se enfocan a otros sectores, sobre todo al energético. En primera instancia, quedan fuera los objetivos VIII del artículo 101 y XV del artículo 102, ya que estos dos tienen su aplicación a través de procesos internos de la Comisión Evaluadora y el INECC, que para efectos de este estudio no serán analizados. En lo que se refiere a los objetivos del artículo 101 que contemplan la evaluación en medidas de adaptación en el cruce de programas y la LGCC, quedan sin aplicabilidad los objetivos III y VII. En cuanto al artículo 102 que refiere a la evaluación en medidas de mitigación y no son aplicables los numerales III, IV, V, X, XI, XII, XIII y XIV.

Para realizar una revisión cruzada entre objetivos, en la matriz de análisis se verifica la columna que contiene los datos de los objetivos principales identificados contra las columnas que contienen los objetivos de la LGCC. Si uno de los objetivos específicos se alinea o aplica con uno de los objetivos de la LGCC se le asigna un “1” y en caso de que no aplique se le asigna un “0”. El modelo de matriz de análisis para este estudio se puede observar en el Anexo B.

De manera adicional para este análisis se revisó información contenida en el Sexto Informe de Gobierno de México de 2012, como información de soporte y con la finalidad de complementar datos de años

intermedios de programas que en una primera revisión de las descripciones presentan resultados para por lo menos dos NC, como es el caso de los programas relacionados con las Áreas Naturales Protegidas ANP, cuyos datos se pueden encontrar en la Tabla 2. Dentro de esta revisión y para el caso del Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) solo presenta información para una sola NC, sin embargo, se encontró información que se considera relevante para el análisis y que se muestra en la Tabla 3.

*Tabla 2. Datos intermedios del periodo 2005-2012 para Áreas Nacionales Protegidas y Unidades de Manejo Ambiental.*

	<b>NC3-2006 2005</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>NC5-2012 2012</b>
<b>Numero de ANP</b>	155	163	166	173	174	174	174
<b>ANP en hectáreas</b>	18,900,000	23,094,100	23,148,400	25,250,900	25,384,800	25,334,400	25,334,400

*Fuente: Sexto Informe de Gobierno de México sexenio 2006-2012. (Presidencia de la República, 2012)*

*Tabla 3. Datos intermedios del periodo 2005-2012 para Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA).*

	<b>NC3-2006 2005</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
<b>Numero de UMA</b>	6,755	7,955	8,909	9,386	10,276	10,855	11,343
<b>UMA en hectáreas</b>	24,060,000	28,139,900	31,325,500	32,864,600	34,959,900	36,141,300	37,311,200

*Fuente: Sexto Informe de Gobierno de México sexenio 2006-2012. (Presidencia de la República, 2012)*

### 3.4. Resultados del análisis de los programas de mitigación ante el cambio climático en el sector USCUS

La Figura 15 muestra una comparativa de la cantidad de programas del sector USCUS que contemplan los tres tipos de medidas que, como ya se ha mencionado, son de mitigación, adaptación e investigación para la adaptación y mitigación. Las tres NC contemplan un total de 79 programas, de los cuales 22 se informan en la NC3-2006, 21 pertenecen a la NC4-2009 y 36 se documentan en la NC5-2012. En una comparativa con sus NC predecesoras, se puede observar la NC5-2012 reporta la mayor cantidad de programas con acciones ante el cambio climático, un poco más del doble que en la NC3-2006. Sin embargo, se puede observar que la NC3-2006 tiene un mayor número de programas de investigación, pero resulta interesante resaltar que ninguna de estas investigaciones reportadas en la NC3-2006 haya pasado como un resultado concreto convertida en programa de mitigación o adaptación o, por lo menos no se informa este detalle en las NC posteriores.

El hecho de que se reporten más programas de este tipo resulta interesante, ya que podría interpretarse como un compromiso más sólido de México en el escenario de la política actual ante cambio climático y esto está directamente relacionado con la promulgación de la LGCC que permitirá la vigilancia legislativa del tema en el país. A partir del análisis de los programas del sector USCUS, se identificaron un total de 123 objetivos específicos, de los cuales 35 pertenecen a la NC3-2006, 32 a la NC4-2009 y 56 a la NC5-2012. La Figura 16 muestra la cantidad de objetivos específicos identificados para cada uno de los programas relacionados al sector USCUS en las tres últimas Comunicaciones Nacionales.

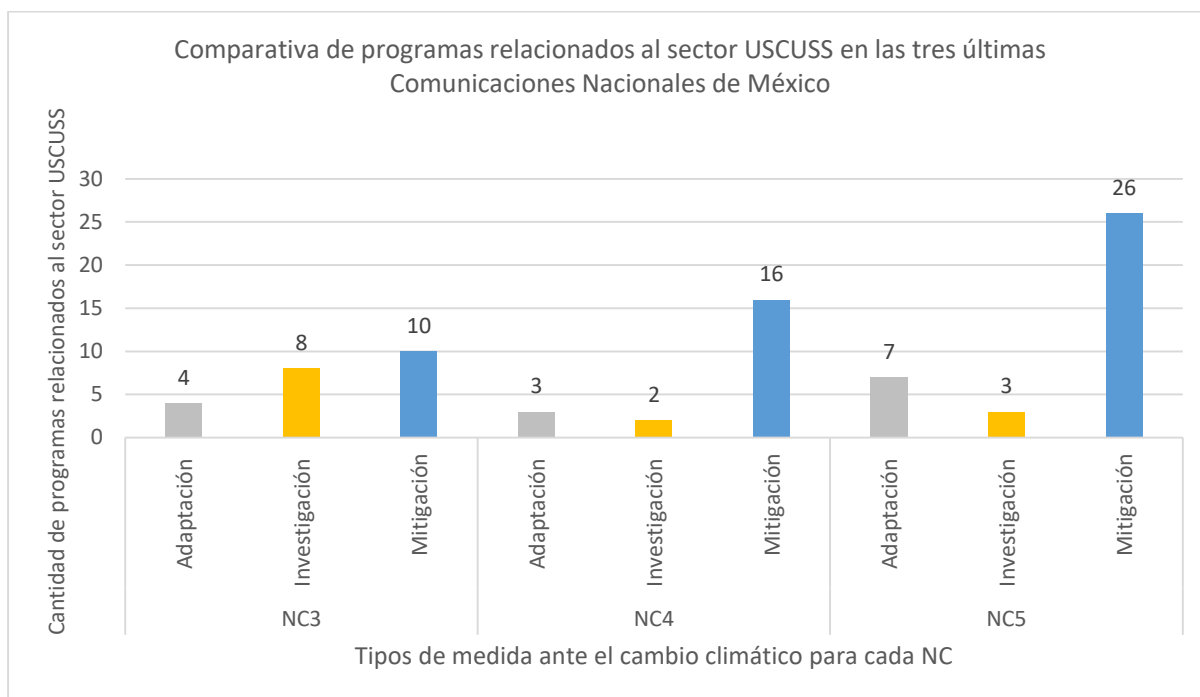


Figura 15. Comparativa de programas relacionados al sector USCUS en las tres últimas Comunicaciones Nacionales de México.

Fuente: elaboración propia con información de las tres últimas Comunicaciones Nacionales de México ante la UNFCCC.

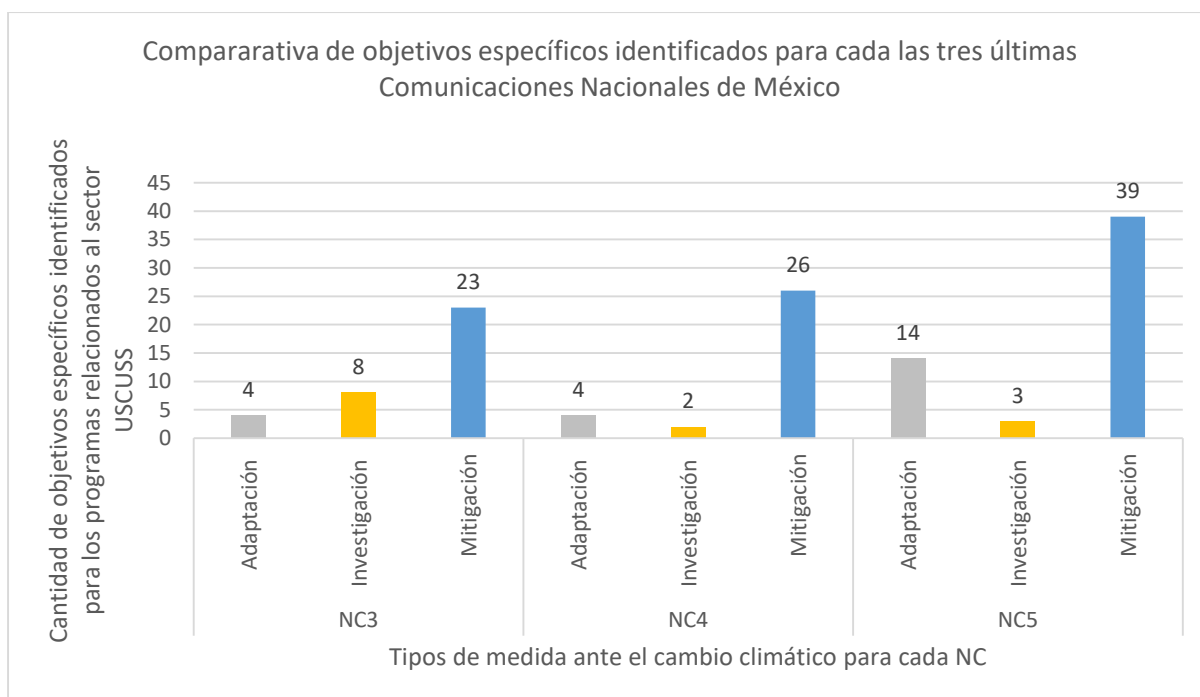
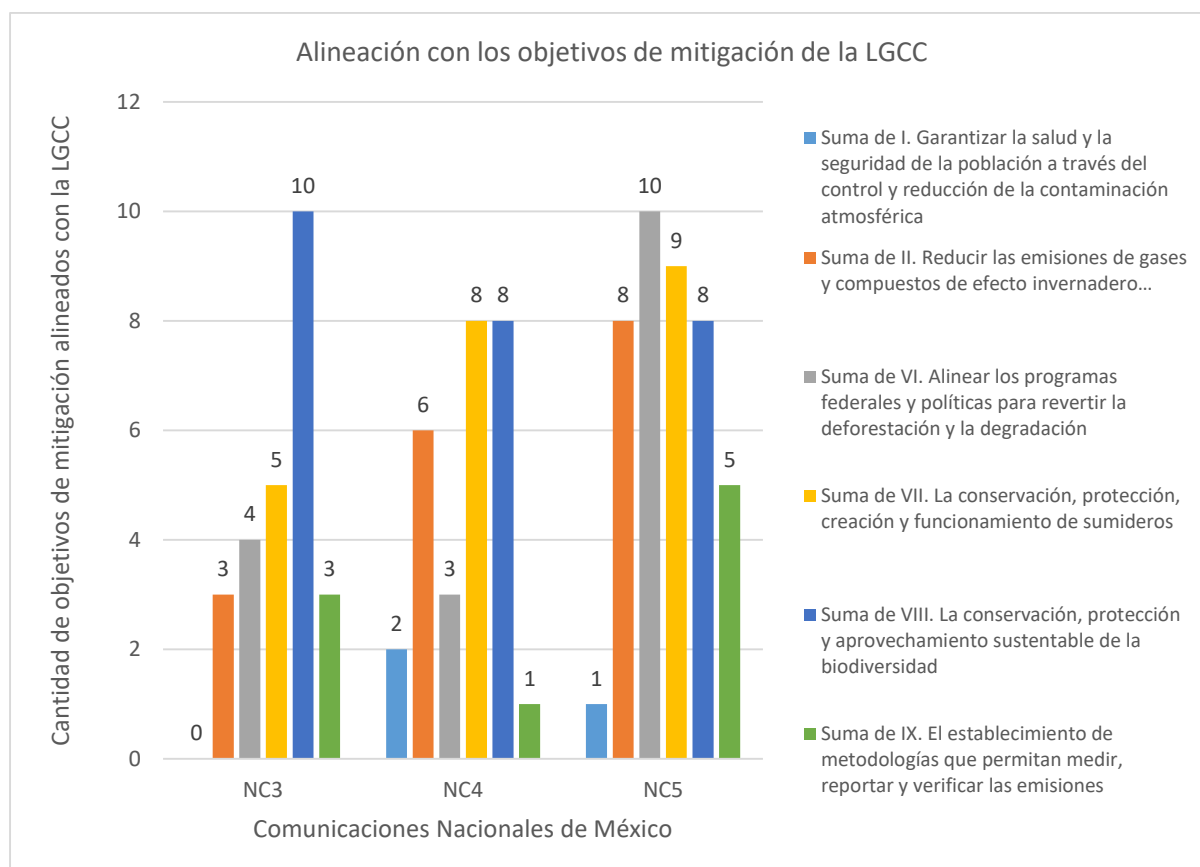


Figura 16. Comparativa de objetivos específicos identificados para cada las tres últimas Comunicaciones Nacionales de México.

Fuente: elaboración propia con información de las tres últimas Comunicaciones Nacionales de México ante la UNFCCC.



*Figura 17. Alineación con los objetivos de mitigación de la LGCC.*

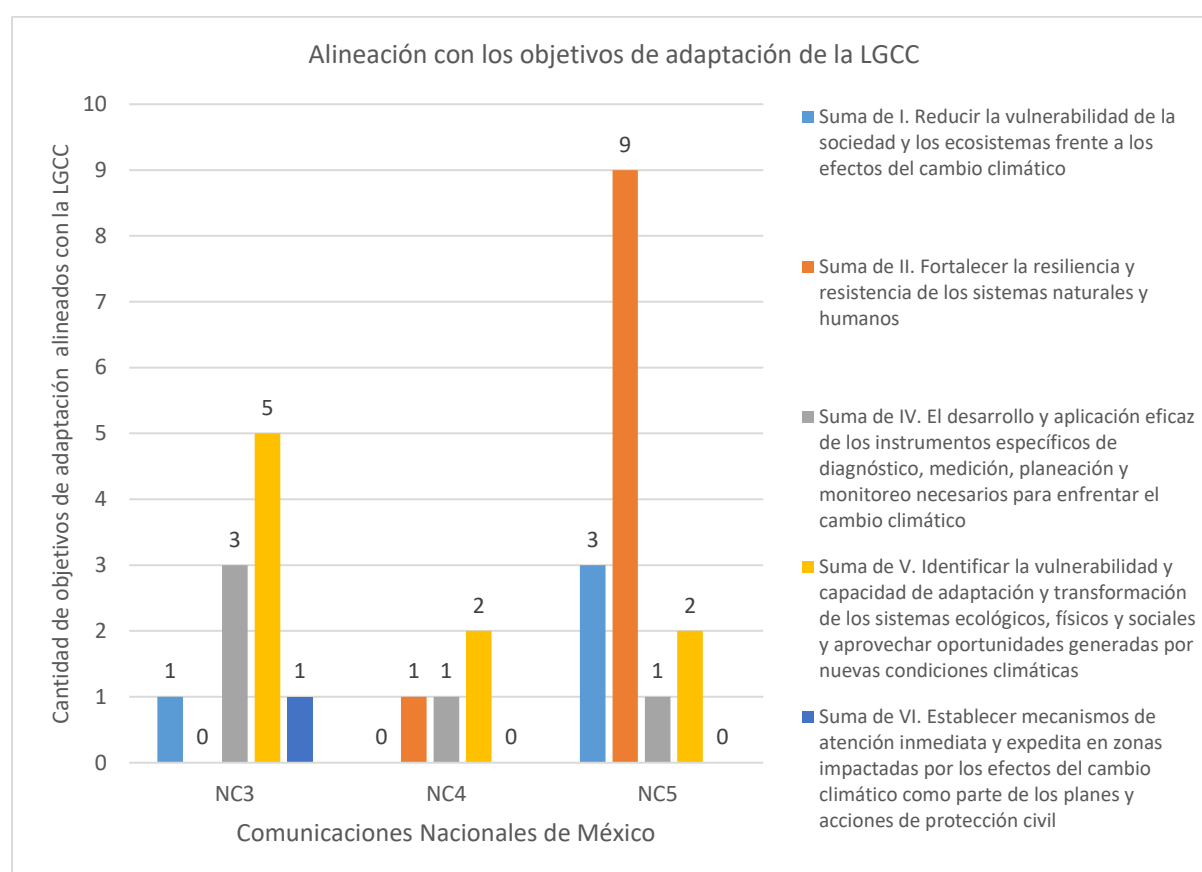
*Fuente: elaboración propia con información de las tres últimas Comunicaciones Nacionales de México ante la UNFCCC.*

A partir del análisis cruzado de los programas, objetivos específicos identificados y objetivos en la LGCC, surge un interesante resultado, que se puede observar en la Figura 17. Es importante mencionar que esta gráfica incluye los programas de investigación que contemplan medidas para la mitigación. Como se puede observar, se ha dado una evolución entre las medidas de mitigación que se aplicaban hace algunos años en la NC3-2006 de 2006, pasando de alinearse 25 ocasiones con 5 de los 6 objetivos aplicables al sector, a alienarse en 28 ocasiones con en los 6 objetivos en la NC4-2009 de 2009. Finalmente, en la NC5-2012 de 2012 se observa que los programas se alinean en 41 ocasiones para los 6 objetivos. También se puede ver en este conjunto de barras que existen objetivos que se les ha dado mayor prioridad como es el caso de los objetivos VI de alineación de políticas federales para evitar la deforestación y degradación y el VII de conservación y creación de sumideros de carbono, también se ha reforzado el objetivos IX de establecimiento de metodologías para medir, reportar y verificar emisiones.

En referencia a los objetivos de adaptación, este resultado se puede observar en la Figura 18, aquí también se puede visualizar una evolución entre la NC3-2006 y la NC5-2012, con una mayor alineación hacia los objetivos de la LGCC en esta última. Cabe mencionar que en esta gráfica también se contemplan los programas de investigación que incluyen medidas de adaptación. En una comparativa entre la NC3-2006 y la NC5-2012, resulta interesante mencionar la cantidad para el objetivo de adaptación IV que refiere al desarrollo y aplicación de instrumentos de medición, planeación y monitoreo que pasó de ser 5 en la NC3-2006 a solamente 1 en la NC5-2012, esto se debe sobre todo porque el tipo de los proyectos son específicos a una área y temporales. En cuanto a otros programas en la NC5-2012 se da prioridad al objetivo II que busca fortalecer la resiliencia de los sistemas naturales y humanos. Para el caso de la NC4-2009 se reportan pocos programas de adaptación que la hace poco comparable con su antecesora y predecesora.

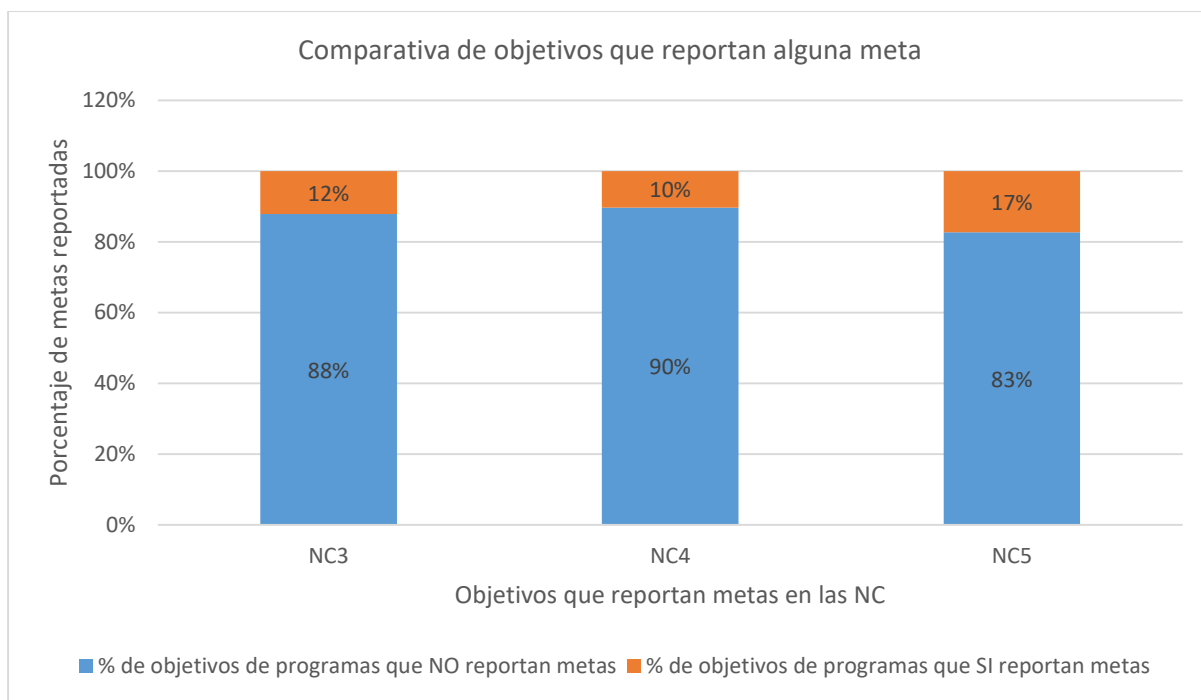
Partiendo de los resultados anteriores, tanto en los objetivos de adaptación como en los de mitigación se puede observar una evolución en la alineación hacia los objetivos de la LGCC. Esta evolución representa resultados relevantes sobre todo en mitigación ya que reflejan los esfuerzos de México ante el cambio climático en el sector USCUS. En ese sentido resulta relevante mencionar que los objetivos contemplados en la LGCC no han sido producto de la casualidad sino causa de implementación de estas medidas a través de los años. La LCCC de 2012 representa un conjunto de medidas con una base sólida que se ha puesto a prueba por algunos años.

En otro tema, como se observa en la Figura 19, para las tres NC no todos los programas informan metas concretas, solamente un promedio de 13% lo hacen. Y en el tema de presentación de resultados para las tres NC un promedio de 47% de programas reporta un resultado del programa, como se puede observar en la Figura 20. La Figura 21 muestra el porcentaje de objetivos que documentan superar una meta, el porcentaje de programas que no reportan una meta en promedio para las tres NC es de 96%. Partiendo de este último resulta que solo 75 de 79 programas presentan información completa. Por lo tanto para este análisis con la información contenida en la NC resulta poco factible realizar una evaluación de los programas de mitigación o adaptación basada en un esquema de “meta-resultado-meta cumplida o superada”. Sin embargo, considerando la información disponible, en las siguientes líneas se describe el análisis para los programas que si presentan resultados en más de una NC, con la finalidad de conocer los avances e impactos de estas medidas en el país.



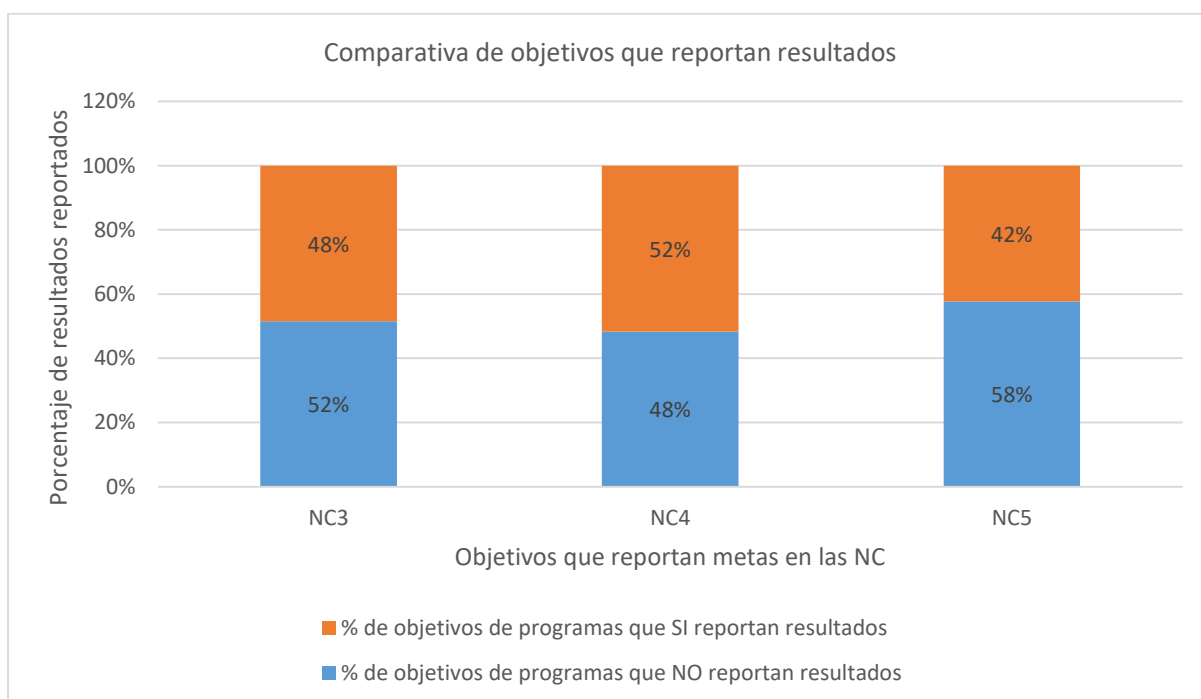
*Figura 18. Alineación con los objetivos de adaptación de la LGCC.*

*Fuente: elaboración propia con información de las tres últimas Comunicaciones Nacionales de México ante la UNFCCC.*



*Figura 19. Comparativa de objetivos que reportan alguna meta.*

*Fuente: elaboración propia con información de las tres últimas Comunicaciones Nacionales de México ante la UNFCCC.*



*Figura 20. Comparativa de objetivos que reportan resultados.*

*Fuente: elaboración propia con información de las tres últimas Comunicaciones Nacionales de México ante la UNFCCC.*

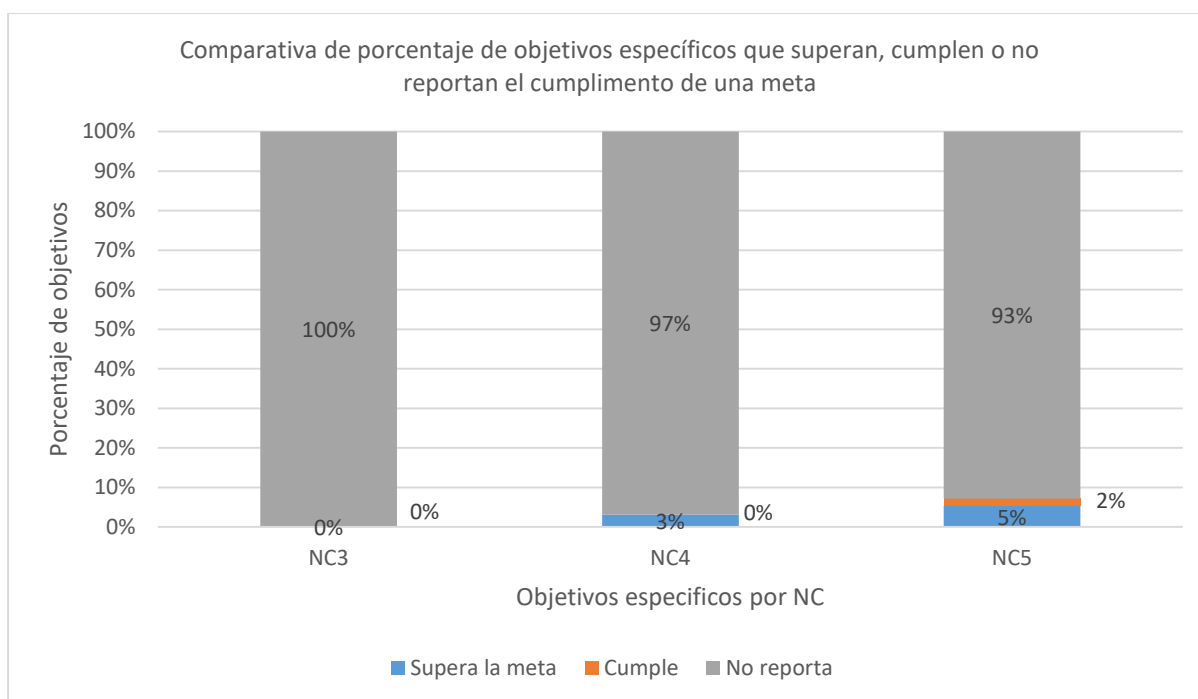


Figura 21. Comparativa de porcentaje de objetivos específicos que superan, cumplen o no reportan el cumplimiento de una meta.

Fuente: elaboración propia con información de las tres últimas Comunicaciones Nacionales de México ante la UNFCCC.

Como ya se ha mencionado anteriormente existen medidas que presentan resultados y con las cuales se puede utilizar información de soporte que no ha sido reportada en las NC. En este caso se utilizaron los datos disponibles para construir gráficas y realizar un análisis en escala temporal y encontrar avances sobre los programas. En esta situación se encuentran las siguientes medidas:

- Las medidas relacionadas con las ANP que en la NC3-2006 se denomina *Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas* y en la NC5-2012 lleva por nombre *Comisión Nacional de Áreas Nacionales Protegidas* ambos coinciden en los mismos objetivos específicos de conservación y creación de ANP. Los resultados para estas medidas en la NC3-2006 de 2005 son de 155 ANP, con una superficie de 18,900,000 ha y para la NC5-2012 los resultados son de 174 ANP, con una superficie de 25,334,400 ha. La Figura 22 muestra la evolución temporal en la creación de ANP en el país. Existe un incremento muy importante tanto en la superficie como en el número de ANP. Estas ANP se alinean con el objetivo VII de creación, conservación y protección de sumideros contemplado en la LGCC.
- Las medidas que se relacionan con las UMA. En la NC3-2006 se reporta un total de 6,755 UMA con una superficie de 24,060,000. A partir de los datos obtenidos del Sexto Informe de Gobierno se pudo construir la Figura 23, donde se puede observar un aumento considerable en el número de UMA y su superficie que en 2012 eran equivalentes a 11,343 UMA con una superficie de 37,311,200 ha. Estas UMA se alinean con el objetivo de la LGCC VIII, de conservación y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad.

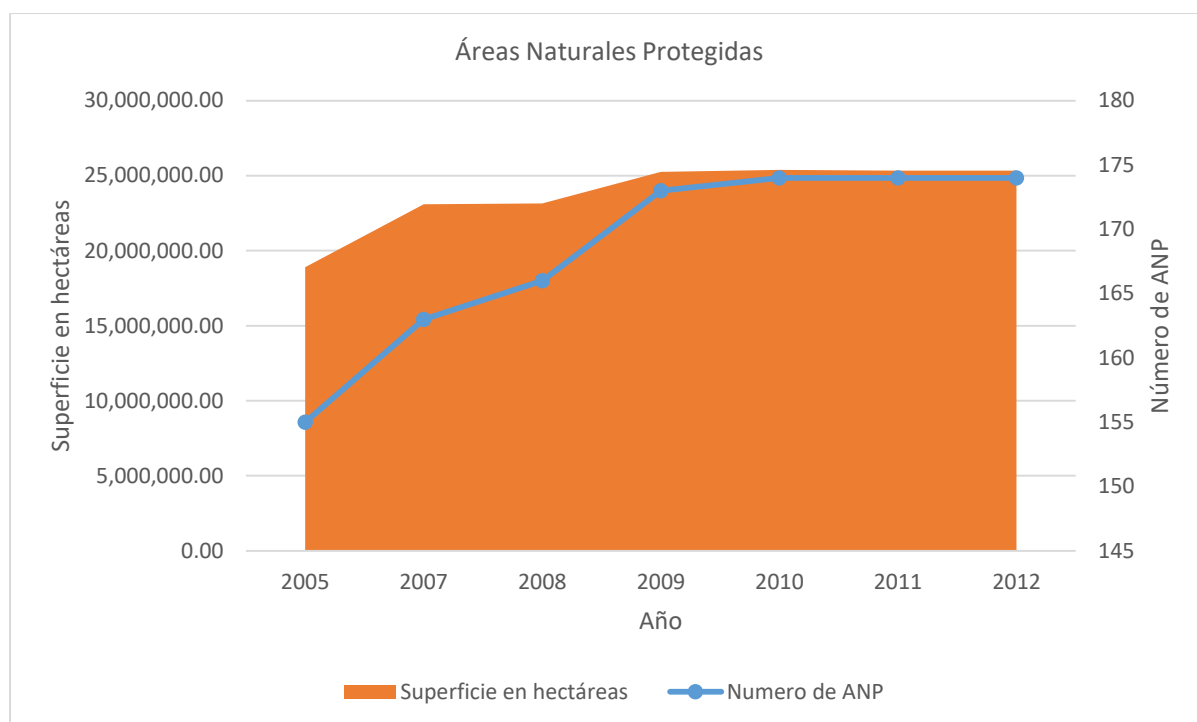


Figura 22. Áreas Naturales Protegidas.

Fuente: adaptación de “Áreas Naturales Protegidas, 2007-2012” del Sexto Informe de Gobierno del sexenio 2006-2012 (Presidencia de la República, 2012) y datos de la Tercera Comunicación Nacional de México (INE-SEMARNAT, 2006)

Entre otros programas que presentan resultados en más de una NC y con los cuales se puede realizar un análisis de evolución temporal se encuentran los programas que tienen como objetivos específicos el diagnóstico y tratamiento fitosanitario. Este tipo de programa se denomina *Programa de Conservación y Reforestación de Ecosistemas Forestales (PROCOREF)* en la NC3-2006 y reporta 90,000 ha de diagnóstico fitosanitario y 21,000 ha de tratamiento fitosanitario. En la NC4-2009 lleva por nombre *Programa de Diagnóstico y Tratamiento Fitosanitario* y se encuentra dentro de las actividades del programa general *ProÁrbol*, en el año 2009 reportó un total de 1,400, 784 ha diagnosticadas y 101,803 tratadas. En la NC5-2012 reportada en 2012 se denomina *Programa de Sanidad Forestal* e informa 2,420,00 ha de diagnóstico y 169,432,000 de tratamiento. Como se puede observar en la Figura 24, en una comparativa entre las NC se ha reportado un incremento en los volúmenes de superficie para diagnóstico. Dado que estos programas se enfocan en la atención en áreas forestales, se alienan con el objetivo VIII de conservación protección y funcionamiento de sumideros de la LGCC.



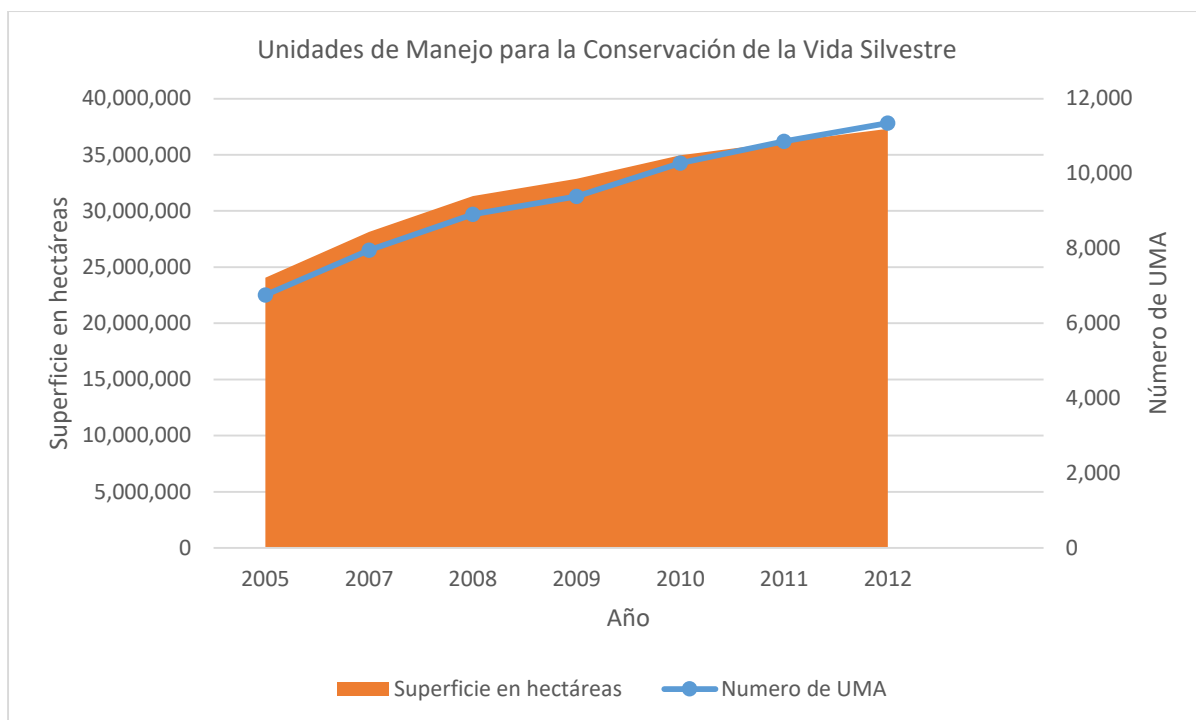
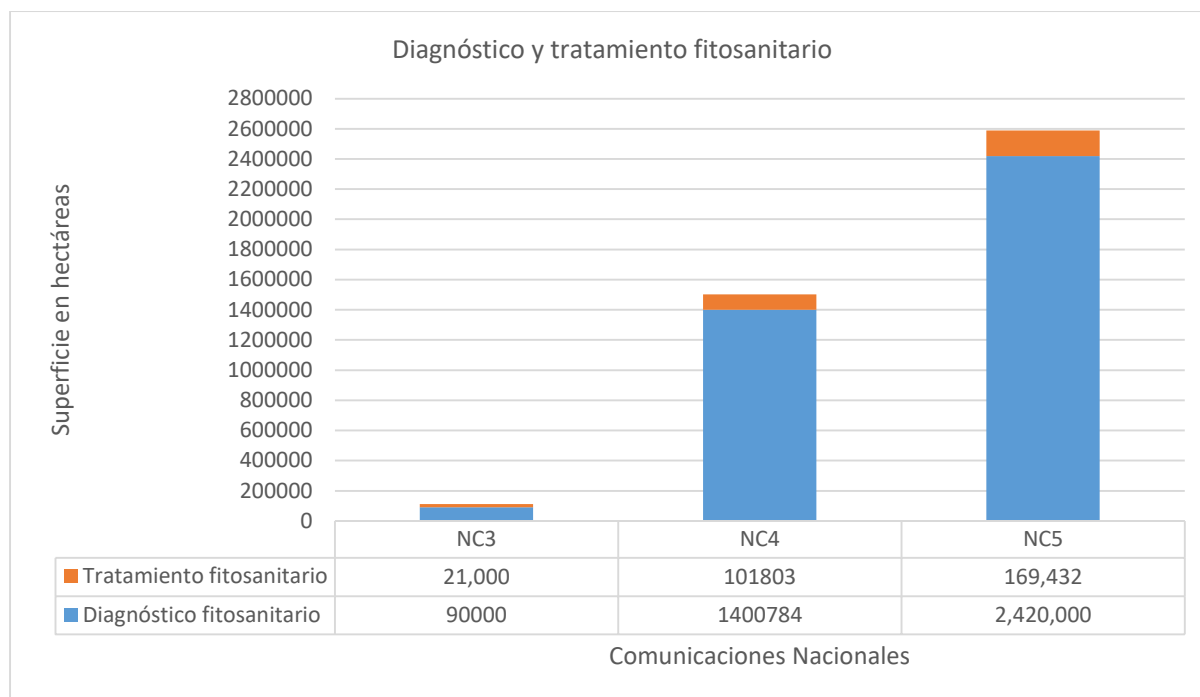


Figura 23. Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA).

Fuente: adaptación de “Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre 2007-2012” del Sexto Informe de Gobierno del sexenio 2006-2012 (Presidencia de la República, 2012) y datos de la Tercera (INE-SEMARNAT, 2006)

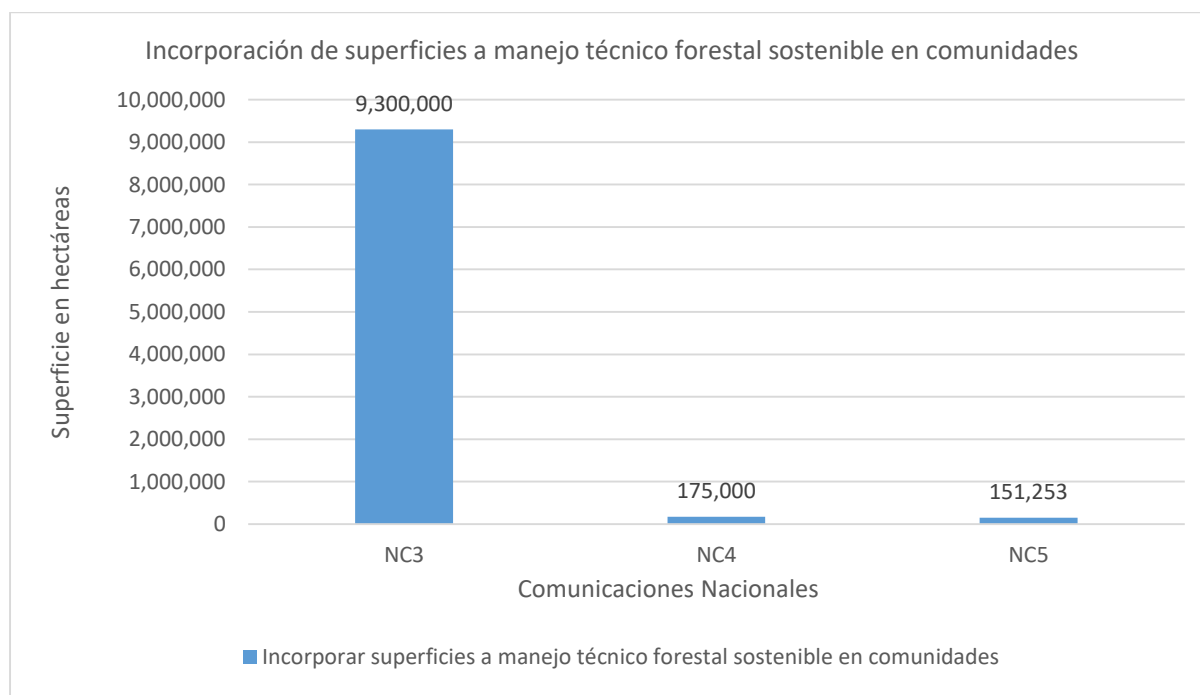
Otros programas que informan resultados son los relacionados a la incorporación de superficies al manejo técnico forestal sostenible en comunidades. Esta clase de programa en la NC3-2006 lleva por nombre *Programa de Desarrollo Forestal (PRODEFOR)* y reporta un total de 9,300,000 ha incorporadas al manejo técnico. En la NC4-2009 se denomina *Programa de Desarrollo Forestal Comunitario (PROCYMAF)* e incorporó 175,000 ha a manejo técnico. En la NC5-2012 se informa del programa de *Desarrollo Forestal* otro programa dentro del programa nacional de *ProÁrbol*, éste reportó en 2012, 151,253 ha de superficie incorporada a manejo técnico. En la Figura 25 se puede observar cómo la incorporación a este esquema ha descendido de manera drástica. Con la información de las NC, no es posible conocer las causas de este descenso con certeza. Como resultado del análisis se encontró que estos programas están alienados al objetivo VIII de conservación y aprovechamiento de sustentable de la biodiversidad.

En esta línea de programas que reportan resultados se encuentran relacionados con la reforestación, esta evolución se puede observar en la Figura 26. Las NC muestran un descenso de reportar 1,800,000 ha reforestadas para 2006 en la NC3-2006, a reportar 764,782 ha en la NC4-2009. La última NC5-2012 informa nuevamente un aumento de 1,100,000 ha de superficie en 2012. Para la NC5-2012, se tenía establecida la meta por la misma cantidad de hectáreas por lo cual ésta se considera cumplida. Es importante mencionar que en estos resultados no se refleja un porcentaje de superveniencia, lo cual es indispensable para estimar la efectividad de la reforestación. Para la LGCC la reforestación se alienan con el objetivo VII de creación de sumideros.



*Figura 24. Diagnóstico y tratamiento fitosanitario.*

*Fuente: elaboración propia con datos de la últimas tres Comunicaciones Nacionales de México ante la UNFCCC.*



*Figura 25. Incorporación de superficies a manejo técnico forestal sostenible en comunidades.*

*Fuente: elaboración propia con datos de la últimas tres Comunicaciones Nacionales de México ante la UNFCCC.*

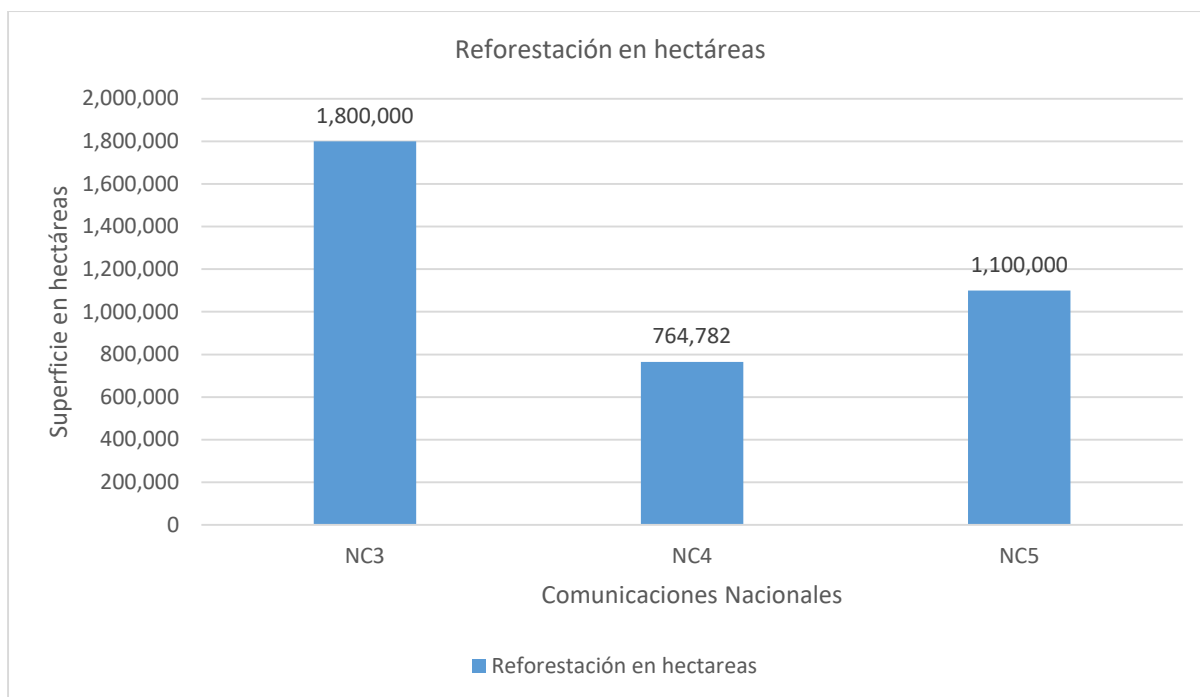


Figura 26. Reforestación.

Fuente: elaboración propia con datos de la últimas tres Comunicaciones Nacionales de México ante la UNFCCC.

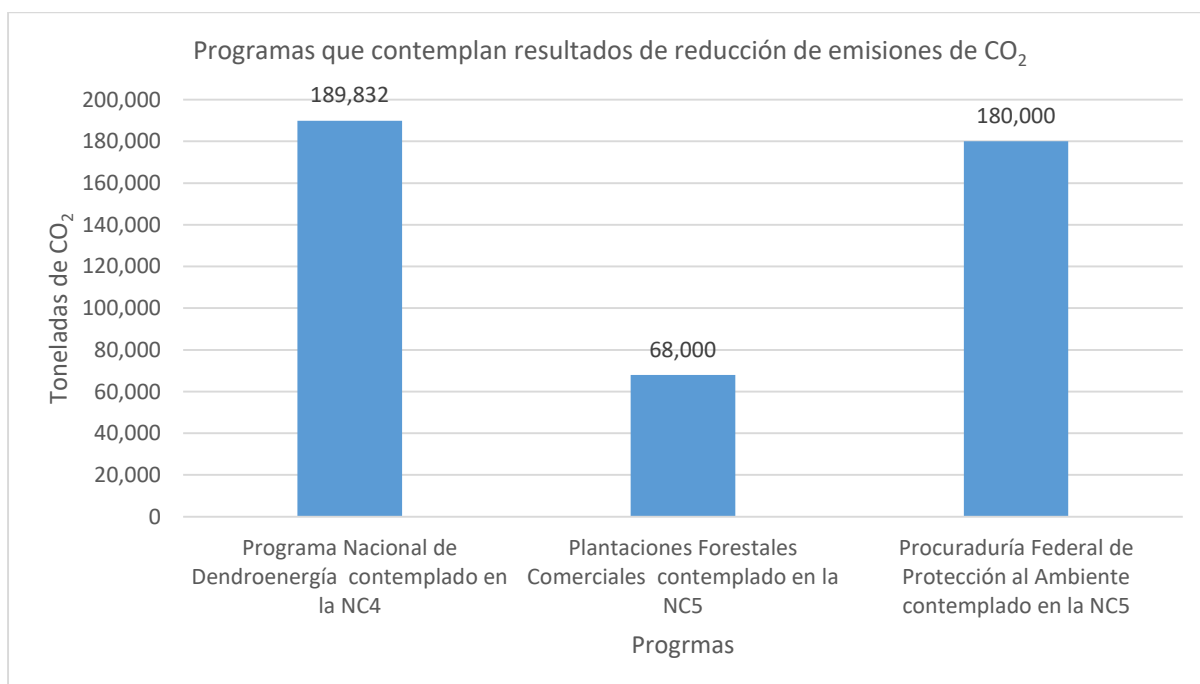
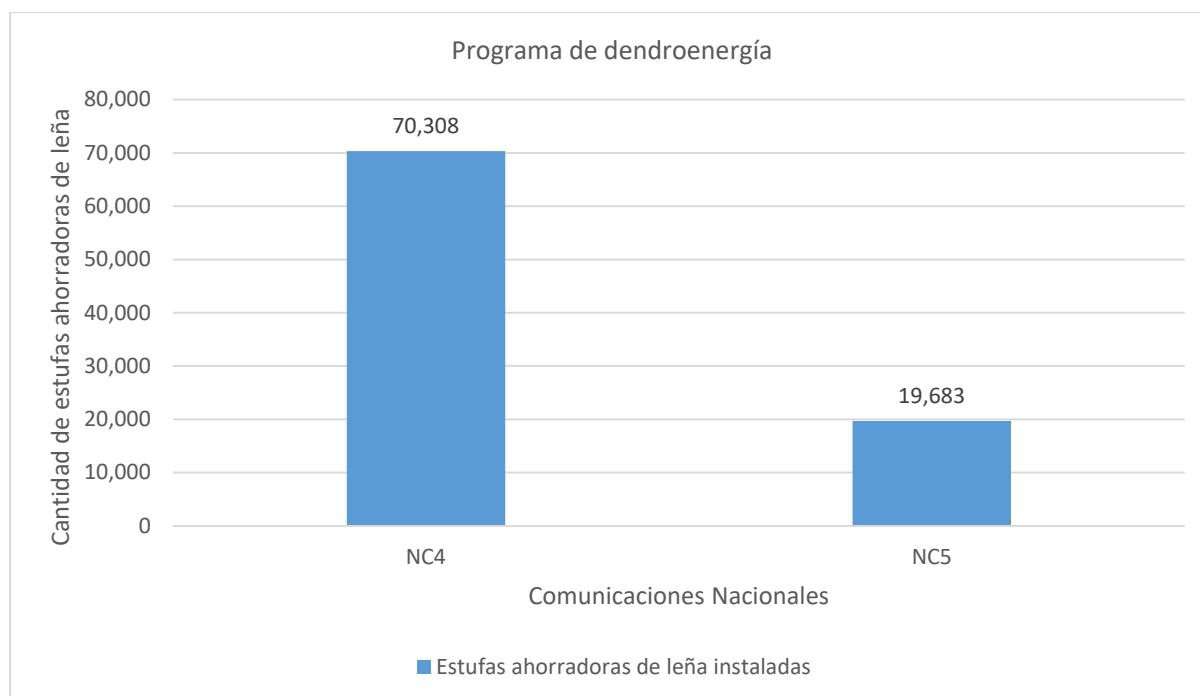


Figura 27. Medidas que contemplan como resultado la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Fuente: elaboración propia con datos de la últimas tres Comunicaciones Nacionales de México ante la UNFCCC.

De la información contenida en las NC, resulta complicado hacer un análisis de las reducciones de CO<sub>2</sub> como resultado de la implementación de las medidas de mitigación. En la Figura 27, se muestran los tres programas que contemplan como resultado la reducción de CO<sub>2</sub>. De estos programas uno de ellos pertenece a la NC4-2009 y los otros dos se reportan en la NC5-2012, sumando una reducción de 437,832

toneladas de CO<sub>2</sub> para el periodo de 2009 a 2012. Estos programas se alienan con el objetivo II de reducción de GEI de la LGCC.



*Figura 28. Programa de Dendroenergía.*

*Fuente: elaboración propia con datos de la últimas tres Comunicaciones Nacionales de México ante la UNFCCC.*

Otro más que contempla resultados es el *Programa de Dendroenergía*, este programa busca la instalación de estufas ahorradoras de leña para la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> a través del uso eficiente de energía de biomasa, también tiene un enfoque de protección a la salud de las comunidades que hacen uso de estas. En la NC4-2009 de 2007 se reportaron un total de 70,308 estufas instaladas, superando la meta de 46,000 que se tenía para entonces. Este programa tuvo un descenso en el número de estufas reportando un total de 19,683 en la NC de 2012. La Figura 28 muestra las proporciones descritas. La Figura 34 muestra las proporciones descritas. Esta medida se alinea con el objetivo de mitigación I de la LGCC que trata de garantizar la salud de la población reduciendo las emisiones.

De los resultados obtenidos en este análisis es importante destacar los puntos a continuación:

- En 2012 las ANP con un número de 174 constituían un 12.9% del territorio de México (Presidencia de la República, 2012), la importancia de estas áreas radica en su mayoría son bosques y selvas que representan los grandes pulmones del país, siendo con este hecho los sumideros de carbono más relevantes del país. Además, constituyen santuarios de biodiversidad de gran importancia que albergan múltiples especies de flora y fauna, algunos de los cuales se encuentran en algún estatus de protección, o bien, en peligro de extinción.
- Las UMA son unidades de conservación de biodiversidad flora y fauna, en su mayoría pequeños propietarios se hacen cargo de estas unidades, en éstas se protegen especies de plantas en estas de protección, además, son bancos muy importantes de germoplasma de estas especies. Para México es importante la creación y protección de estas áreas ya que constituyen la preservación de sumideros de carbono de sitios de biodiversidad de gran importancia.
- El diagnóstico y tratamiento fitosanitario constituyen la base para el mantenimiento y la salud forestal, dicha de otra forma es una manera de preservación de los bosques, evitando y atendiendo en tiempo y forma posibles plagas destructivas.

- Los programas que incluyen la incorporación al manejo técnico forestal implican el aprovechamiento sostenible de los recursos forestales y garantizan una preservación adecuada de los recursos y de las emisiones por cambios de superficies.
- La reforestación es relevante no solamente en su función de sumideros, sino que a través de estos programas se da atención al incremento en la retención de suelos y auxiliar de cuencas hídricas evitando inundaciones, la reforestación también es equivalente a crear nichos ecológicos. Por estas razones es de gran importancia conocer la verdadera efectividad de los programas de reforestación, no es suficiente el reporte de superficies reforestadas.
- En un gran porcentaje de comunidades rurales en México, el acceso a servicios básicos es difícil y, en algunos casos, nulos. El uso de leña como combustible para calentar y cocinar los alimentos en los hogares es muy común. El Programa de dendroenergía que provee de estufas ahorradora de leña tiene componentes significativos de bienestar social, salud y reducción de emisiones por estas razones la prevalencia de este programa es relevante.
- Existen pocos programas de mitigación, adaptación que preservan su nombre a lo largo de las NC, programas como ProÁrbol, el programa de Dendroenergía, *PRODEFOR* y ANP, son de los pocos que han preservado nombre. Se asume que esta falta de continuidad se debe al gobierno en turno que puede cambiar libremente el nombre de programas. Sin embargo, esta situación hace más difícil rastrear los resultados en las medidas de mitigación por programa.

### 3.5. Análisis de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector USCUS en las últimas tres Comunicaciones Nacionales

La Tercera Comunicación Nacional (NC3-2006) de México ante la UNFCCC, para el sector USCUS reportó cifras basadas en los cálculos realizados en el INEGI 1990-2002. De manera textual, se manifiestan tanto en el documento de la NC3-2006 como en el INEGI 1990-2002, dos argumentos que le dan cierta particularidad al sector USCUS, sobre todo para reportes anteriores: el primero es que las guías metodológicas IPCC-1996, se consideraban inapropiadas para el país, ya que no se lograba incluir todos los tipos de vegetación, que en México son abundantes; y el segundo es que en el país no se tenía una cultura de estadística forestal apropiada para mantener series de datos históricas (INE-SEMARNAT, 2006).

A través de una mejora en la estimación de factores de emisión, para el sector forestal, México supo dejar de lado estas particularidades del sector USCUS. En el INEGI 1990-2002 presentó una actualización de datos del sector, para el periodo entre 1993 y 2002. Textualmente se manifiesta en el documento de la NC3-2006 la utilización de la metodología IPCC-1996, tomando algunos factores de emisión por defecto o sea Nivel 1 y algunos factores de emisión propios del país o sea nivel 2 (INE-SEMARNAT, 2006).

Es importante mencionar que en ambos documentos NC3-2006 e INEGI 1990-2002, se reportan las emisiones de CO<sub>2</sub> como estimaciones preliminares del sector, por esta razón no han sido comparadas con las de otros sectores del país. Sin embargo, en una aproximación de como estarían representadas en el contexto nacional, en ambos informes presentan con una contribución del 14% en el diagrama del total de emisiones, como se puede observar en la Figura 29.

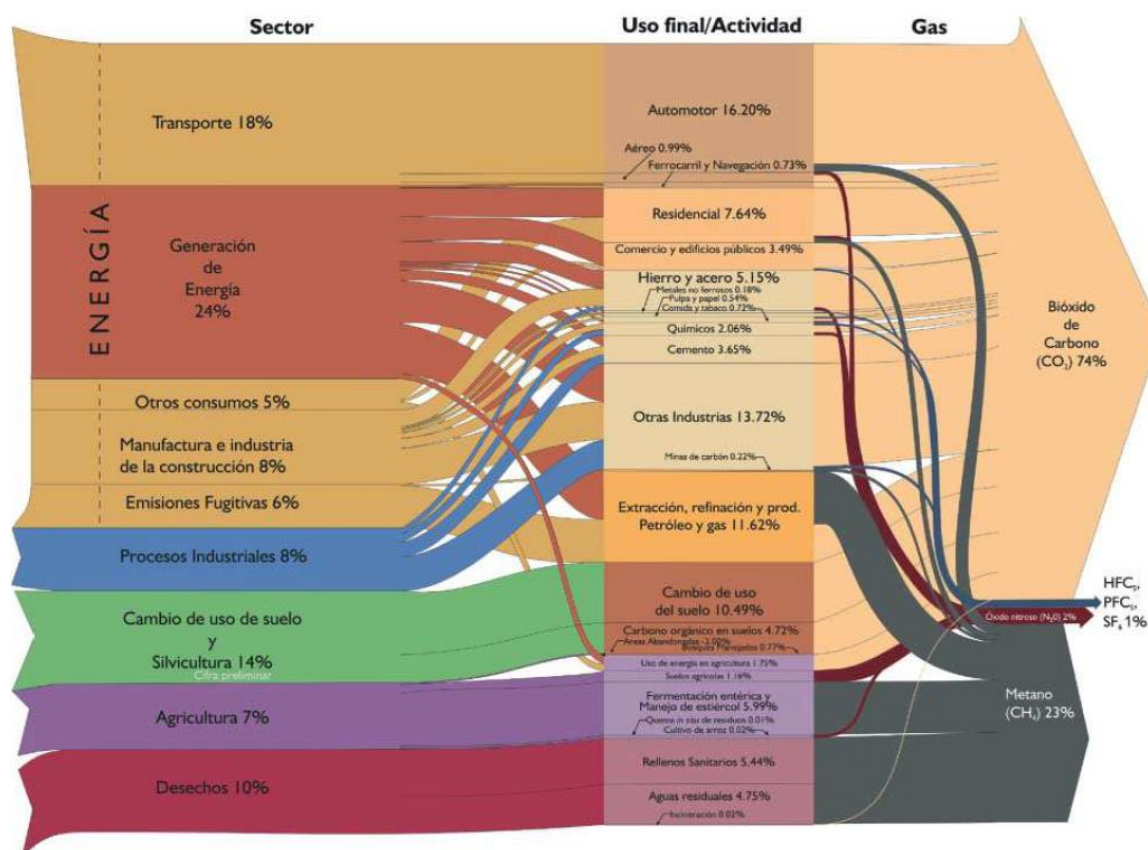


Figura 29. Diagrama de emisiones de GEI de México en 2002  
Fuente: Tercera Comunicación Nacional de México ante la UNFCCC (INE-SEMARNAT, 2006).

Las emisiones de CO<sub>2</sub> presentadas de manera preliminar en la NC3-2006 equivalen a 86,877 Gg de CO<sub>2</sub> que son un balance entre: 64, 484 Gg (65%) correspondientes a la subcategoría de cambio de bosques y pastizales a otros usos, 30,344 Gg (30%) de emisiones de suelos minerales agrícolas, 4,932 Gg (5%) a los cambios de biomasa y vegetación leñosa para hacer un total de 99,760; restando las absorciones de 12,883 Gg de la captura por tierras abandonadas (INE-SEMARNAT, 2006). Es importante mencionar que el documento de la NC3-2006 expresa textualmente que se tomaron las emisiones de CO<sub>2</sub> promedio para el periodo de 1993 a 2002.

Los valores utilizados para la construcción de la Figura 30. Emisiones de CO<sub>2</sub> en el periodo 1990-2002 del sector USCUS en México. Fueron tomados a partir de los datos reportados en la NC3-2006 y en el INEGI 1990-2002. Los valores agregados se pueden consultar en el Anexo C. Las cifras desagregadas por subcategoría de emisión, para el año 2002 se pueden observar en la Tabla 4.

Si se analizan las emisiones de CO<sub>2</sub> en una gráfica de evolución temporal para el periodo de 1993 al 2002, no se puede observar un cambio anual de aumento o disminución de éstas, ya que se toma un promedio para todos los años de ese periodo. Este detalle se puede observar de manera más clara en la Figura 30

La Cuarta Comunicación Nacional (NC4-2009) contiene una actualización de las cifras del sector USCUS reportadas en la NC3-2006, para un periodo de 1990 a 2006. En este informe, para poder realizar el cálculo de emisiones se utilizaron la Guía de Buenas Practicas de 2003 (GBP2003) y la captura en el software de la UNFCCC\_NAI\_IS\_132 (INE-SEMARNAT, 2009), este software utiliza como base las hojas de trabajo de la Guía del IPCC-1996, para calcular las emisiones de los sectores y tipos de gases contemplados en el PK.

Tabla 4. Emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> del sector USCUS para el año 2002

Año 2002			
Subcategoría de Emisión	Emisiones de CO <sub>2</sub>	Absorciones de CO <sub>2</sub>	Balance de CO <sub>2</sub>
<b>Total Sector USCUS</b>	99,760	12,883	86,877
<b>Cambios de biomasa en bosques y otros tipos de vegetación leñosa</b>	4,932.00	0	0
<b>Conversión de bosques y pastizales</b>	64,484	0	0
<b>Captura por abandono de tierras manejadas</b>	0	12,883	0
<b>Emisiones y remociones de CO<sub>2</sub> de los suelos</b>	30,278	0	0
<b>Otros</b>	66	0	0

Fuente: elaboración propia con datos de la Tercera Comunicación Nacional de México ante la UNFCCC (INE-SEMARNAT, 2006) y del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990-2002 (INE-SEMARNAT, 2006)

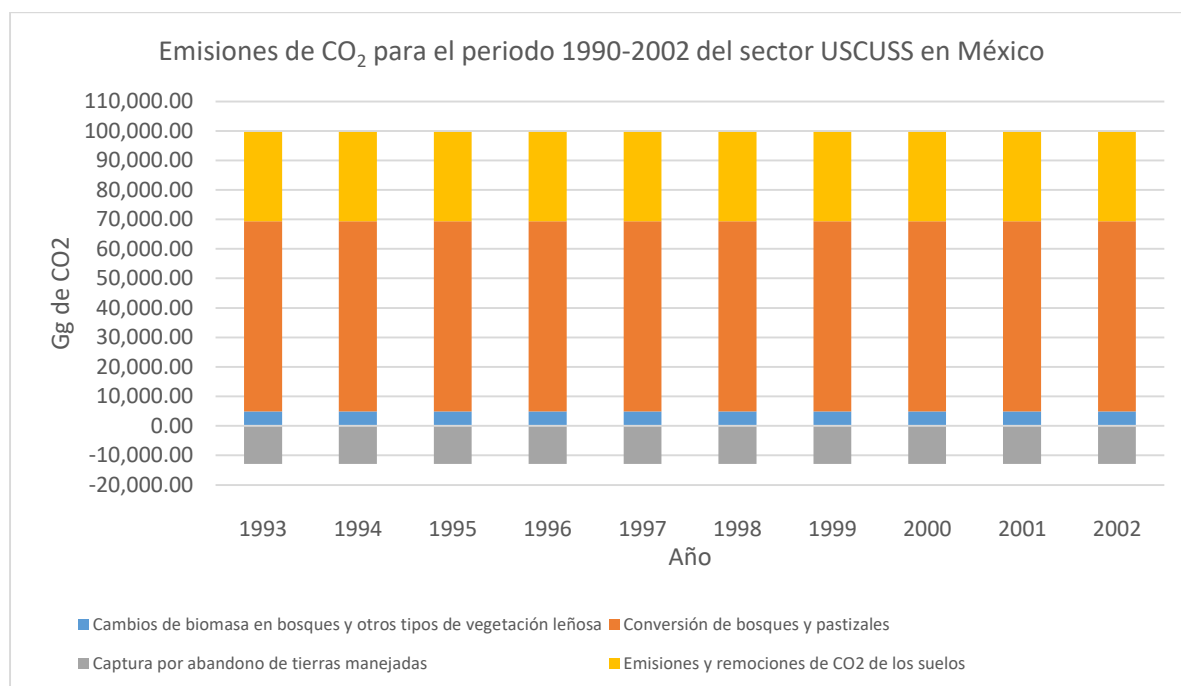


Figura 30. Emisiones de CO<sub>2</sub> para el periodo 1990-2002 del sector USCUS en México

Fuente: elaboración propia con datos de la Tercera Comunicación Nacional de México ante la UNFCCC (INE-SEMARNAT, 2006) y del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990-2002 (INE-SEMARNAT, 2006)



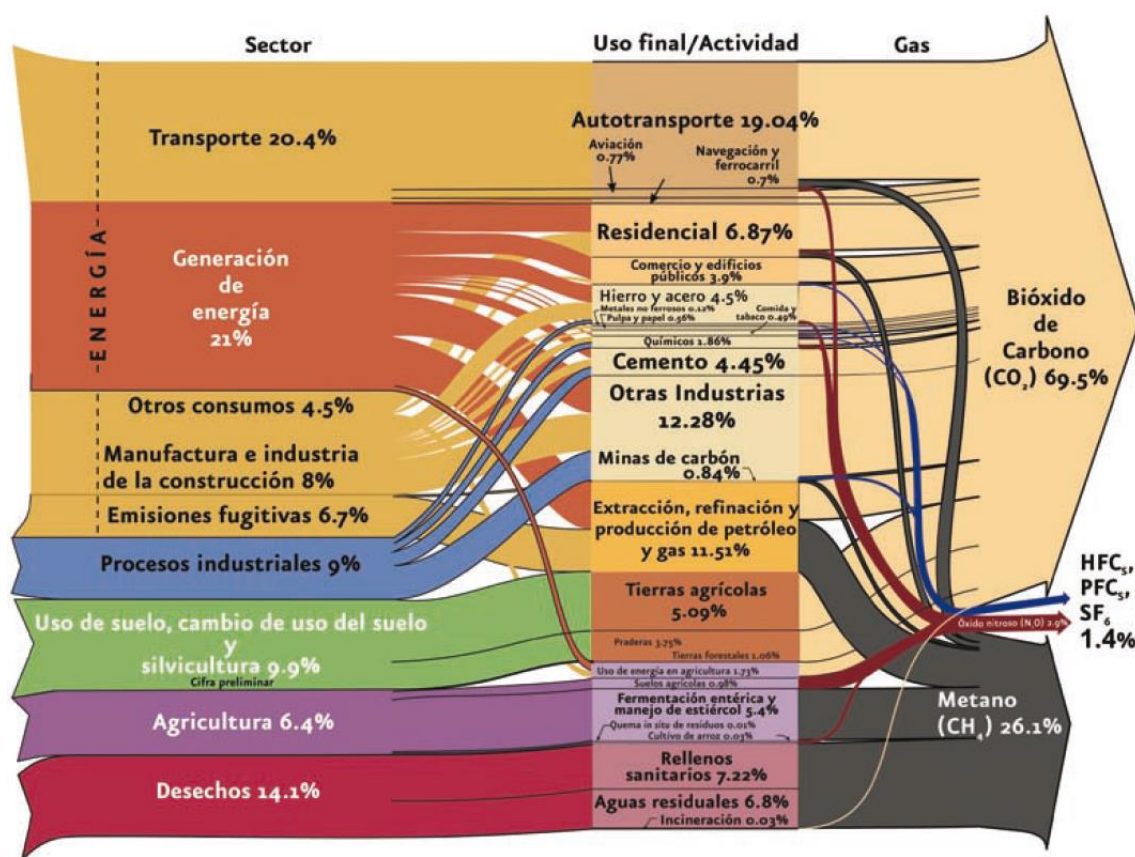


Figura 31. Diagrama de emisiones de GEI de México en 2009

Fuente: Cuarta Comunicación Nacional de México ante la UNFCCC (INE-SEMARNAT, 2009).

En la NC4-2009, las emisiones del sector USCUS para el año 2009 contribuyen en 9.9% de las emisiones totales del país como se observar en la Figura 31. Diagrama de emisiones de GEI de México en 2009 Las emisiones para el año 2006 son equivalentes a un total de 69,778 Gg de CO<sub>2</sub> de los cuales 36,112 Gg (52%) corresponden a tierras agrícolas, 7,175 Gg (10%) de tierras forestales y 26,490 Gg (38%) en praderas como se observa en la Tabla 5.

Tabla 5. Emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> del sector USCUS para el año 2006

Subcategoría de Emisión	Año 2006		
	Emisiones de CO <sub>2</sub>	Absorciones de CO <sub>2</sub>	Balance de CO <sub>2</sub>
<b>Total Sector USCUS</b>	69,778	0	69,778
<b>Tierras agrícolas</b>	36,112	0	36,112
<b>Tierras Forestales</b>	7,175	0	7,175
<b>Praderas</b>	26,490	0	26,490
<b>Humedales</b>	0	0	0
<b>Asentamientos</b>	0	0	0
<b>Otras Tierras</b>	0	0	0

Fuente: elaboración propia con datos de la Cuarta Comunicación Nacional de México ante la UNFCCC (INE-SEMARNAT, 2009) del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010 (INECC-SEMARNAT, 2012).

Antes de analizar las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector USCUS en la NC4-2009, es importante mencionar que en el documento se encuentran las cifras de emisiones totales y por subcategoría del año 2006. Para construir la Figura 32 se tomaron valores reportados INEGI 1990-2010. En esta NC4-2009, la evolución temporal del sector no es un promedio, sino que presenta cambios anuales en las emisiones de CO<sub>2</sub> en el periodo entre 1990 a 2006. Dada la falta de información de valores por subcategoría, la Figura 32 se construyó con los valores agregados del sector para cada año y las cifras agregadas utilizadas se pueden encontrar en el Anexo C.

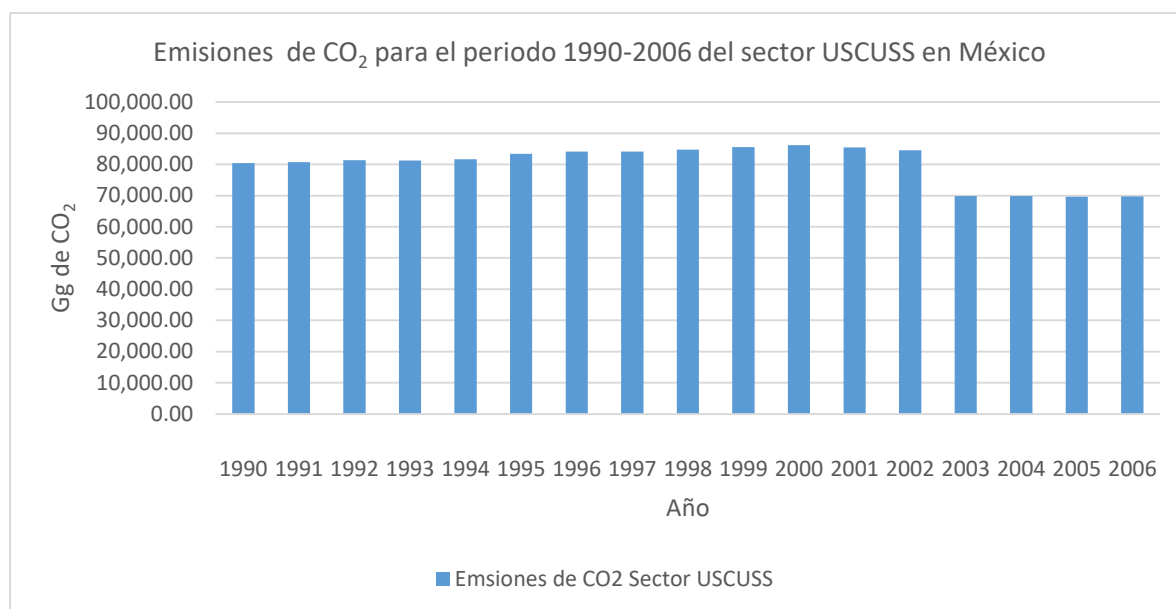


Figura 32. Emisiones de CO<sub>2</sub> para el periodo 1990-2006 del sector USCUS en México  
Fuente: elaboración propia con datos de la INEGI 1990-2010 (INEC-SEMARNAT, 2012).

En la Figura 32 se puede observar una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> entre el año 1990 con 80,453 Gg, al 2006 con 69,778 Gg. El año 2005 tuvo la menor cantidad de emisiones con 69,674 Gg; mientras que el año 2000 tuvo el máximo de emisiones con 86,188 Gg. En el periodo se tuvo un promedio de 80,163 Gg. Durante el ciclo 2003 a 2006 se puede observar una variación mínima, y casi imperceptible de manera gráfica.

La Quinta Comunicación Nacional (NC5-2012) de México publicada en 2012, nuevamente presenta una actualización de las cifras del sector USCUS contemplando un periodo de 1990 a 2010. Para el 2010, las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector contribuyeron en 46,892.4 Gg, equivalentes a un 6.3% del total de las del país. (INEC-SEMARNAT, 2012), como se puede ver en la Figura 33. Esta NC tiene como base los resultados obtenidos en el INEGI 1990-2010. De acuerdo con lo que expresan los documentos entregados, para obtener las emisiones del sector USCUS se emplearon las directrices IPCC-1996, utilizando valores por defecto Nivel 1 y en algunas y hasta donde fue posible algunos valores nacionales para un Nivel 2 (INEC-SEMARNAT, 2012).

Las subcategorías incluidas contribuyen de la siguiente forma a las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector para el año 2010: conversión de bosques y pastizales 45,324 Gg (71.6%), suelos 12,593 Gg (19.4%) y cambios en biomasa y otros reservorios de biomasa leñosa 5,860 Gg (9.0%). La absorción de emisiones de la subcategoría abandono de tierras agrícolas es de 18,109 Gg de CO<sub>2</sub> (INEC-SEMARNAT, 2012). Estas emisiones y absorciones se observan en la Tabla 6.

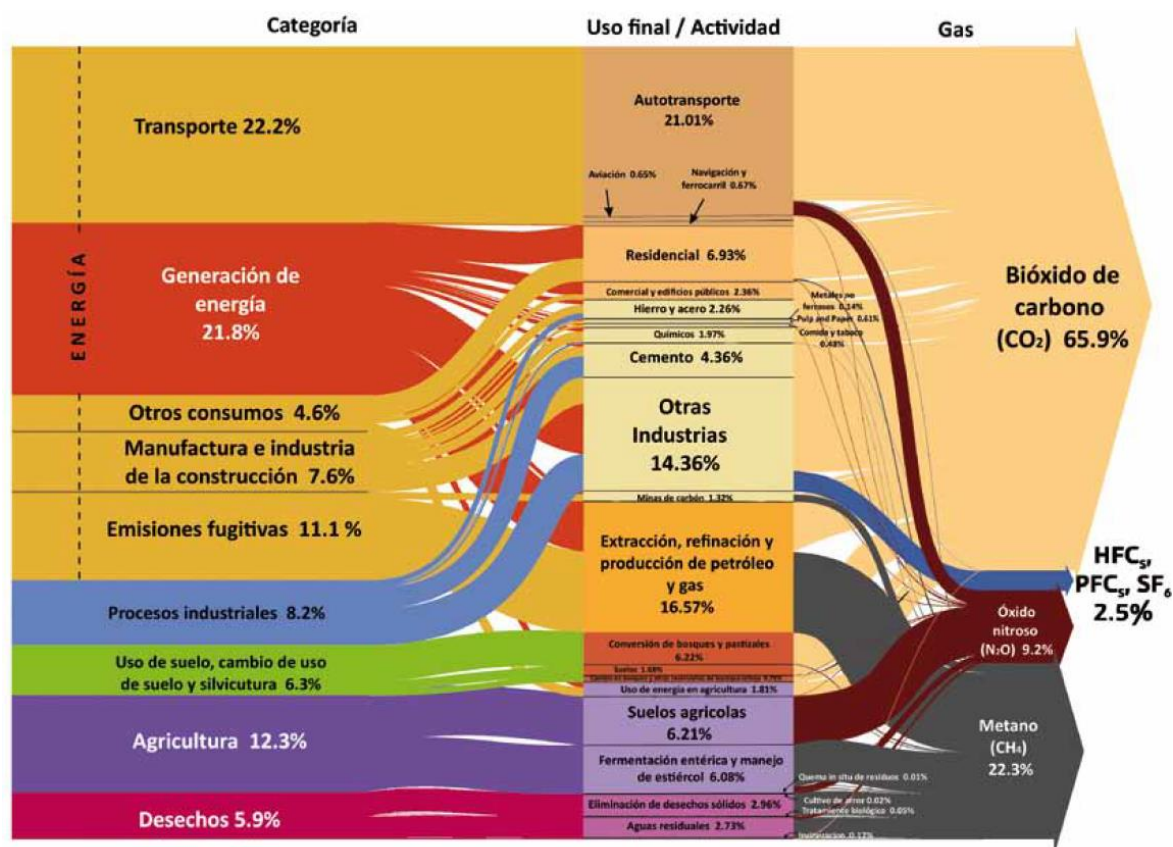


Figura 33. Diagrama de emisiones de GEI de México en 2010

Fuente: Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (INECC-SEMARNAT, 2012).

Tabla 6. Emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> del sector USCUSS para el año 2010

Categoría de emisión	Año 2010		
	Emisiones de CO <sub>2</sub>	Absorciones de CO <sub>2</sub>	Balance de CO <sub>2</sub>
<b>Uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura</b>	63,779	18,109	45,669
Cambios de biomasa en bosques y otros tipos de vegetación leñosa	5,860.	0	0
Conversión de bosques y pastizales	45,325	0	0
Captura por abandono de tierras manejadas		18,109	0
<b>Emisiones y remociones de CO<sub>2</sub> de los suelos</b>	12,593	0	0

Fuente: elaboración propia con datos del INEGI 1990-2010 (INECC-SEMARNAT, 2012).

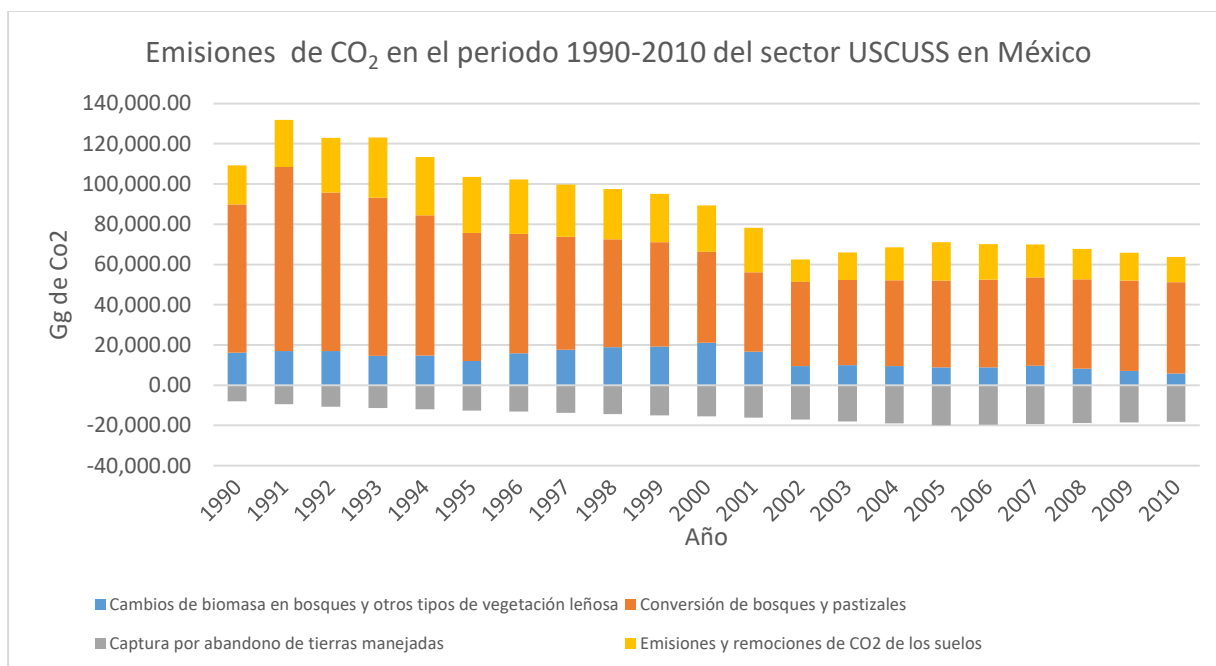


Figura 34. Emisiones de CO<sub>2</sub> para el periodo 1990-2002 del sector USCUS en México  
Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 1990-2010 (INECC-SEMARNAT, 2012).

Para realizar el análisis de la evolución temporal de las emisiones en el periodo 1990 a 2010 se construyó la Figura 34, a partir de los datos de origen reportados en el INEGI 1990-2010, inventario en el cual se basa la NC5-2012. Los datos para la construcción esta gráfica se pueden encontrar en el Anexo D. En esta gráfica se puede observar una disminución de las emisiones entre 1990 con un total de 101,257 Gg, comparado con 45,667 Gg en 2010, hay un valor mínimo en el año 2002 de 45,369 Gg, un valor máximo un valor máximo de 122,372 Gg en 1991. El promedio de emisiones para el periodo es de 73,872 Gg.

### 3.6. Resultados del análisis de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector USCUS en las tres últimas Comunicaciones Nacionales.

Al observar la Figura 9, las emisiones de CO<sub>2</sub> van de 86,877 Gg en la NC3-2006 a 69,788 Gg en la NC4-2009 y de 46,548 Gg en la NC5-2012, se podría pensar que las emisiones del sector USCUS en el periodo de 2006 a 2012 disminuyen. Sin embargo, esta aseveración no es del todo precisa, ya que si se realiza una comparativa a profundidad de la evolución de las emisiones, se puede observar que existen discrepancias en la serie temporal. Se puede observar en la Figura 35 la diferencia entre las series temporales para las tres últimas NC. Las emisiones no coinciden en ninguno de los años de la serie. Si se realiza una comparativa de cerca, tomando en cuenta años base de inicio y fin 1990, 2002 y 2006, y se consideran estos años como los periodos que se han reportado, se puede apreciar que las emisiones no son iguales o comparables entre las tres NC. Esto último se puede observar en la Figura 36.

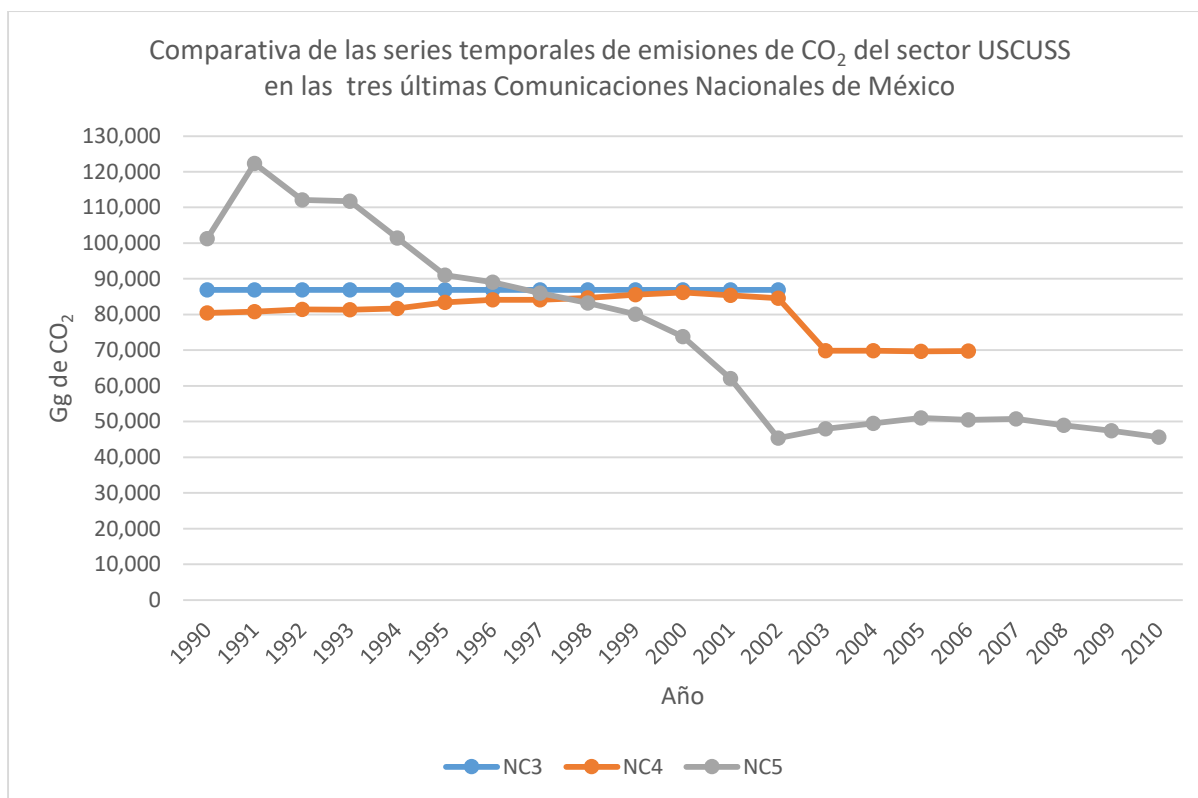


Figura 35. Comparativa de las series temporales de emisiones de CO<sub>2</sub> del sector USCUS en las tres últimas Comunicaciones Nacionales de México ante la UNFCCC

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 1990-2010 (INECC-SEMARNAT, 2012).

Existe una clara discrepancia entre los datos dados para los diferentes periodos para el sector USCUS, no se pueden comparar a lo largo de los años. Con la información que se proporciona en las NC es posible asumir que se trata de una inconsistencia en el uso de las metodologías para el cálculo de emisiones y un proceso de actualización del uso de la metodología IPCC-1996.

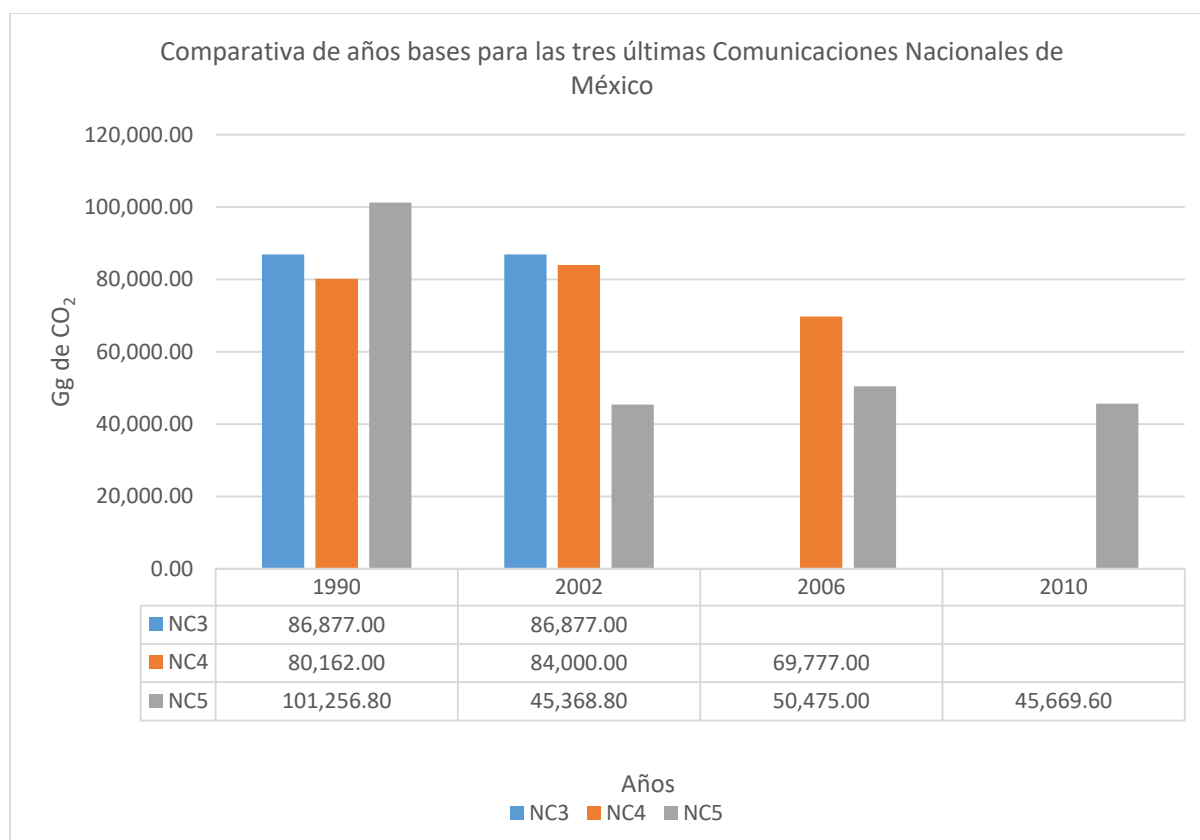
En lo que se refiere al uso de las guías metodológicas, tanto la NC3-2006 como la NC5-2012, están reportadas a partir de los cálculos realizadas con la metodología IPCC-1996 que incluyen las subcategorías:

- Cambios de biomasa en bosques y otros tipo de vegetación leñosa.
- Conversión de bosques y pastizales.
- Captura por el abandono de tierras manejadas.
- Emisiones y remociones de CO<sub>2</sub> de los suelos.

La NC4-2009 contrasta de las NC3-2006 y NC5-2012 utilizando las GBP2003, lo que conlleva a que se modifiquen las subcategorías de emisión y se utilicen las siguientes:

- Tierras Forestales
- Tierras de Cultivo
- Pastizales
- Humedales
- Asentamientos
- Otras Tierras





*Figura 36. Comparativa de años bases para las tres últimas Comunicaciones Nacionales de México ante la UNFCCC*

*Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 1990-2010 (INECC-SEMARNAT, 2012).*

El hecho de que se utilicen distintas guías metodológicas implica, en primer lugar, que no haya una concordancia en las subcategorías utilizadas y, en segundo lugar, que no se pueda hacer una comparación directa en la evolución de emisiones de las NC. Este segundo punto se debe también a la variación en la metodología de cálculo de calcular las emisiones varía sobre todo en el tema de factores de emisión o absorción de biomasa viva o seca, los detalles de esta diferencia se explican en el Capítulo 2 de este trabajo.

En lo que respecta al NC3-2006, en el análisis realizado al documento y a las emisiones reportadas, se puede observar que el país, se encontraba trabajando en construir una metodología clara para el cálculo de emisiones del sector USCUS. Esto se puede deducir a partir de que las cifras fueron entregadas de forma preliminar. Aunado a lo anterior, el documento manifiesta por escrito que México carecía en aquel entonces de una estadística forestal que le permitiera utilizar sus propios datos de emisión. Para la NC3-2006, también se debe contemplar que se reportaron valores parciales y, posiblemente, no era información completa, lo que la hace no comparable con la NC5-2012 en donde también se utilizó la metodología IPCC-1996.

El uso de la metodología GBP2003 en la NC4-2009, pareciera usada de manera parcial, esta afirmación parte del análisis de la guía, cuya estructura se detalla en la Figura 8 del capítulo 2 de este trabajo. Este punto se sustenta a través del hecho de que no se contemplan datos de absorciones de CO<sub>2</sub>, en la información reportada en la NC4-2009. Esto representa también una limitante en la comparación total de datos entre las NC, ya que las absorciones si se contemplan en la NC3-2006 y NC5-2012. La carencia de información metodológica, de los datos iniciales y de resultados para el periodo reportado en el documento de la NC4-2009, no permite un análisis detallado de cómo se obtuvieron las cifras.

La NC5-2012 de México se destaca por ser la primera después de la puesta en marcha de la Ley General de Cambio Climático en el país y en un contexto nacional general representa los resultados de la implementación de un programa estratégico de desarrollo bajo en emisiones (INECC-SEMARNAT, 2012). Esto conlleva una vasta mejoría metodológica que se ve reflejada en los documentos de la INEGI 1990-2010 y la NC5-2012, en donde se describen, de manera más concreta, los procedimientos metodológicos empleados para los cálculos de emisiones del sector.

## 4. Análisis del sector USCUS en la subcategoría Conversión de Bosques y Pastizales en México

En este capítulo se analiza la subcategoría de conversión de bosques y pastizales a partir del uso de la metodología para el cálculo de emisiones contenida en las “*Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, versión revisada de 1996*”. El análisis se realiza a partir de tres escenarios de valores algunos por defecto y otros reportados por México en su INEGI 1990-2010.

### 4.1. Análisis de las emisiones de CO<sub>2</sub> en la subcategoría Conversión de Bosques y Pastizales en México utilizando Directrices del IPCC para INEGI versión revisada 1996

Una forma de comprender mejor el comportamiento de las emisiones totales del sector USCUS es a través de análisis de cada una de las subcategorías que lo componen, especialmente de aquellas que tienen un alto impacto en el total de las emisiones. En este apartado, a partir de las emisiones totales de CO<sub>2</sub> reportadas para el sector USCUS en la NC5-2012 y el INEGI 1990-2010, se analiza la subcategoría de conversión de bosques y pastizales. Esta subcategoría representa el porcentaje más alto de contribución de CO<sub>2</sub> para el sector USCUS, en la información reportada en la NC5-2012, representan en el año 2010 el 71.6% del total del sector.

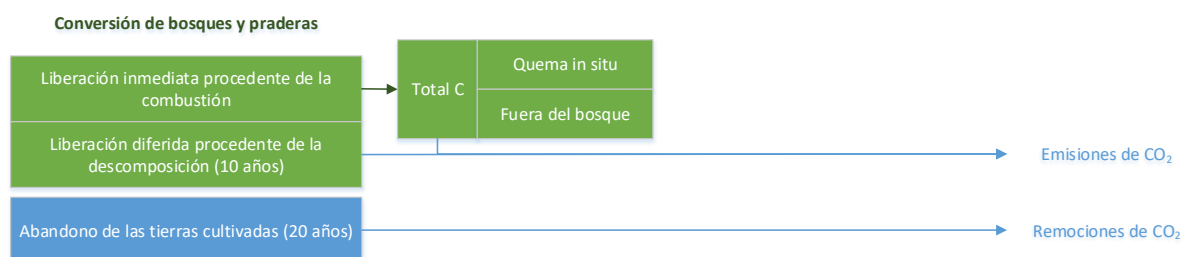


Figura 37. Conversión de bosques y pastizales en el sector USCUS en el IPCC-1996.

Fuente: Módulo 5 Cambio del uso de la Tierra y Silvicultura de las Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, versión revisada de 1996 (IPCC, 1997) .

En el presente análisis se utiliza el módulo 5 “Cambio del uso de la Tierra y Silvicultura” de las “Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, versión revisada de 1996” (IPCC-1996), misma que ha sido detallada en la sección 2.3 de este trabajo, específicamente se utiliza la metodología y las hojas de trabajo para la sección “5.3 Emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la conversión de bosques y praderas”. Para el caso de México, el equivalente a esta subcategoría es “Conversión de bosques y pastizales”. La finalidad primordial es conocer los requerimientos y explorar el uso de la guía metodológica IPCC-1996, estudiar los datos iniciales y factores de emisión utilizados por México y a su vez compararlos con las cifras de emisiones de la subcategoría específicamente reportados en la NC5-2012 y en el INEGI 1990-2010. En la Figura 37 se representa la subcategoría que será analizada en esta sección con sus componentes en color verde.

Para este análisis se han formulado tres escenarios:

#### Escenario 1

- Este escenario reproduce exactamente las cifras emisiones de CO<sub>2</sub> de la subcategoría de conversiones de bosques y pastizales reportadas por México en la NC5-2012 y el INEGI 1990-2012. La tabla con los valores de este escenario se encuentra en el Anexo D.



## Escenario 2

- **Superficie de la conversión de terrenos agrícolas anualizada por tipo de vegetación (1990-2010)** (INECC-SEMARNAT, 2012). Estas cifras se reportaron en el INEGI 1990-2010. La tabla de datos se puede encontrar en el Anexo E.
- **Superficie media convertida (promedio de 10 años), de bosques y otras coberturas vegetales áreas agrícolas** (INECC-SEMARNAT, 2012). Estos valores también fueron reportados en el INEGI 1990-2010. La tabla de datos se puede encontrar en el Anexo F.
- **Valores asignados para esta investigación:**
  - *Fracción de la biomasa quemada in situ*, valor de 0.5
  - *Fracción de la biomasa quemada fuera del bosque*, valor de 0.5
  - *Fracción abandonada que se descompone*, valor de 0.5
- **Valores por defecto de la metodología IPCC-1996 (IPCC, 1997):**
  - *Fracción de biomasa oxidada in situ*, valor por defecto de 0.9
  - *Fracción de carbono de la biomasa aérea (quemada in situ)*, valor por defecto de 0.5
  - *Fracción de biomasa oxidada fuera del bosque*, valor por defecto de 0.9
  - *Fracción de carbono (de la biomasa aérea quemada fuera del bosque)*, valor por defecto de 0.5
  - *Fracción de carbono en la biomasa aérea*, valor por defecto de 0.5
- **Contenido de biomasa antes y después de la conversión, así como la fracción de carbono en biomasa por tipo de vegetación** (INECC-SEMARNAT, 2012). Estos valores fueron reportados en el INEGI 1990-2010. Los valores se concentran en la Tabla 7.

## Escenario 3

- **Superficie de la conversión de terrenos agrícolas anualizada por tipo de vegetación (1990-2010)** (INECC-SEMARNAT, 2012). Estas cifras se reportaron en el INEGI 1990-2010. La tabla de datos se puede encontrar en el Anexo E.
- **Superficie media convertida (promedio de 10 años), de bosques y otras coberturas vegetales áreas agrícolas** (INECC-SEMARNAT, 2012). Estos valores también fueron reportados en el INEGI 1990-2010. La tabla de datos se puede encontrar en el Anexo F.
- **Valores reportados en el Informe de Actualización del INEGI 1990-2010 de 2012 (INECC-PNUD, 2012):**
  - *Fracción de la biomasa quemada in situ*, valor de 0.4
  - *Fracción de la biomasa quemada fuera del bosque*, valor de 0.5
  - *Fracción abandonada que se descompone*, valor de 0.5
  - *Fracción de biomasa oxidada in situ*, valor de 0.9
  - *Fracción de carbono de la biomasa aérea (quemada in situ)*, valor de 0.45
  - *Fracción de biomasa oxidada fuera del bosque*, valor de 0.9
  - *Fracción de carbono (de la biomasa aérea quemada fuera del bosque)*, valor de 0.5
  - *Fracción de carbono en la biomasa aérea*, valor de 0.45

**Contenido de biomasa antes y después de la conversión, así como la fracción de carbono en biomasa por tipo de vegetación** (INECC-PNUD, 2012). Los valores fueron reportados en la Actualización del INEGI 1990-2010. Los valores se concentran en la Tabla 8.

Tabla 7. Contenido de biomasa antes y después de la conversión, así como la fracción de carbono en biomasa por tipo de vegetación, escenario 2.

Tipo de Vegetación	Biomasa antes de la conversión	Biomasa después de la conversión
	(t dm/ha)	(t dm/ha)
Coníferas	144	27
Coníferas y latifoliadas	144	23
Latifoliadas	78	20
Matorral y arbustos	37	17.2
Selva Alta	316	40
Selva Baja	83	21
Selva Mediana	104.1	32.4
Pastizal	0.23	0.09

Fuente: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010 (INECC-SEMARNAT, 2012).

Tabla 8. Contenido de biomasa antes y después de la conversión, así como la fracción de carbono en biomasa por tipo de vegetación, escenario 3.

Tipo de Vegetación	Biomasa antes de la conversión	Biomasa después de la conversión
	(t dm/ha)	(t dm/ha)
Coníferas	144	27
Coníferas y latifoliadas	40	8
Latifoliadas	78	20
Matorral y arbustos	37	17.2
Selva Alta	316	40
Selva Baja	83	21
Selva Mediana	104.1	32.4
Pastizal	0.23	0.09

Fuente: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010 (INECC-PNUD, 2012).

Como nota de la descripción de los escenarios utilizados para este análisis, es importante mencionar que se utilizan los mismos valores de superficies de conversión anualizadas y promedio de diez años para los escenarios 2 y 3 debido a que son los valores que se presentan de manera oficial en el INEGI 1990-2012 y se busca hacer una comparación específicamente con los resultados de este documento oficial.

De manera general en la metodología IPCC-1996, para obtener las emisiones de CO<sub>2</sub> se requieren dos cálculos: *el CO<sub>2</sub> emitido durante la quema de la biomasa aérea (en el año de la conversión)* y *el CO<sub>2</sub> de carbono liberado durante la descomposición de biomasa aérea (en un periodo de diez años)* (IPCC, 1997), este detalle también se puede observar en la Figura 37. Y se requiere los datos de inicio las superficies de bosques y pastizales convertidas en tierras agrícolas en el año de realización del inventario y de los últimos diez años; y los valores de biomasa y después de la conversión de la superficie antes y después de la conversión de la superficie.

En el primer cálculo se obtiene el *CO<sub>2</sub> emitido durante la quema de la biomasa aérea (en el año de la conversión)*, que es el equivalente a la liberación inmediata de la combustión que procede de dos fuentes: de la quema de biomasa in situ y de la quema de biomasa fuera del bosque como se observa en la Figura 37. Este cálculo requiere la superficie de bosques y pastizales convertida en tierras agrícolas para el año que se realiza el inventario y los valores de biomasa antes y después de la conversión. En este paso se obtienen resultados para cuatro elementos emisores de carbono (C), la biomasa que se quema y oxida in situ y la biomasa que se quema y oxida fuera del bosque.

Para el segundo cálculo se obtiene *CO<sub>2</sub> de carbono liberado durante la descomposición de biomasa aérea (en un periodo de diez años)* que es el equivalente a la liberación diferida procedente de la descomposición (10 años) de la Figura 37. El cálculo requiere de los valores de la superficie promedio de bosques de los últimos diez años y la biomasa antes y después de la conversión. El resultado de este cálculo contempla un elemento emisor de C y es proveniente de la descomposición de biomasa. De los dos cálculos descritos anteriormente en realidad se obtienen valores en kilotoneladas de Carbono (ktC), los resultados de ambos se suman y en un paso final de la metodología se obtiene la liberación total anual de CO<sub>2</sub> se realiza la conversión de C con la multiplicación por la fracción 44/12.

Para la estimación de CO<sub>2</sub> de la subcategorías del sector USCUS específicamente para la subcategoría de conversión de bosques y pastizales se utilizan las hojas de trabajo del apartado “5-2 Conversión de bosques y praderas” de la metodología IPCC-1996. Como ya se ha mencionado con anterioridad, México es un país sumamente biodiverso, pero no difiere en gran manera en la existencia de algunas clases de vegetación en comparación con otros países. En una revisión de las hojas de trabajo contenidas originalmente en el IPCC-1996 versus los tipos de vegetación reportados en el INEGI 1990-2010, se puede asumir que el país ha añadido para sus estimaciones en la subcategoría de conversión de bosques y pastizales algunos tipos de vegetación que no se contemplan en la versión original de las hojas de trabajo. Estas clasificaciones de vegetación surgen de la continuidad del estudio del sector USCUS a través de los años y son las clases que se encuentran descritas en el Capítulo 3, concretamente en la Tabla 1. Los tipos de tierras agregados por México son: selva alta, selva mediana y selva baja en el tipo de tierra tropical, matorral y pastizal.

Los valores utilizados para este análisis se describen en los tres escenarios en párrafos anteriores y las hojas utilizadas se muestran en el Anexo G. Se sustituyeron valores para los escenarios 2 y 3 para el periodo de 1990 a 2010, una hoja por año dando como resultado un total de 40 hojas de trabajo. En el caso del escenario 1 se tomaron los valores de la conversión de bosques y pastizales presentada en el INEGI 1990-2010 y cuya tabla puede encontrarse en el Anexo D para el cual no se utilizaron las hojas de trabajo.

## 4.2. Resultados del Análisis de las emisiones CO<sub>2</sub> en la subcategoría Conversión de Bosques y Pastizales en México

La Figura 38 se construyó a partir de los resultados obtenidos de la entrada de valores en las hojas de trabajo de la metodología IPCC-1996 para la subcategoría de conversión de bosques y pastizales en los tres escenarios que se describen en el apartado anterior. La línea azul muestra el escenario 1, este escenario fue construido a partir de los datos reportados en el INEGI 1990-2010 y la NC5-2012, para este análisis es el escenario base con el que se van a comparar los resultados de los cálculos realizados en 2 y 3. En color naranja se observa el escenario 2 que fue construido a partir de la utilización valores

por defecto y en gris se presenta el 3 es el resultado de los valores de fracciones reportados en la actualización del INEGI 1990-210.

Como se observa en la Figura 38 existe una discrepancia entre los escenarios para los años 1990, 1991, 1992. Esta discrepancia corresponde a una diferencia porcentual de 239% que corresponden a 176,266.85 Gg de CO<sub>2</sub> entre los escenarios 1 y 2 y una diferencia porcentual de 185% que equivalen a 136,357.17 Gg de CO<sub>2</sub>. Por lo que se pudo observar en la exploración y uso de la metodología IPCC-1996, los valores de fracciones por defecto no superan el valor 1 que sería equivalente a un 100%, por lo que se puede decir que las diferencias no radican en los valores de fracciones requeridas para los cálculos de emisiones. Y dado que los resultados para el escenario 3, a partir del año 1993 son semejantes al escenario 1 donde los valores de fracciones utilizados se acercan a estos dos escenarios, la causa de las diferencias se reduce a los cálculos donde se utilizan valores de superficie convertida anualmente y superficie convertida promedio de 10 años. Por lo que se puede asumir que los valores iniciales de superficie para los años 1990 a 1992 presentados en el INEGI 1990-2010 no corresponden a los valores utilizados para los cálculos de los cuales se desprende el resultado total de emisiones de CO<sub>2</sub> de la subcategoría conversión de bosques y pastizales presentados en el INEGI 1990-2010 y la NC5-2012.

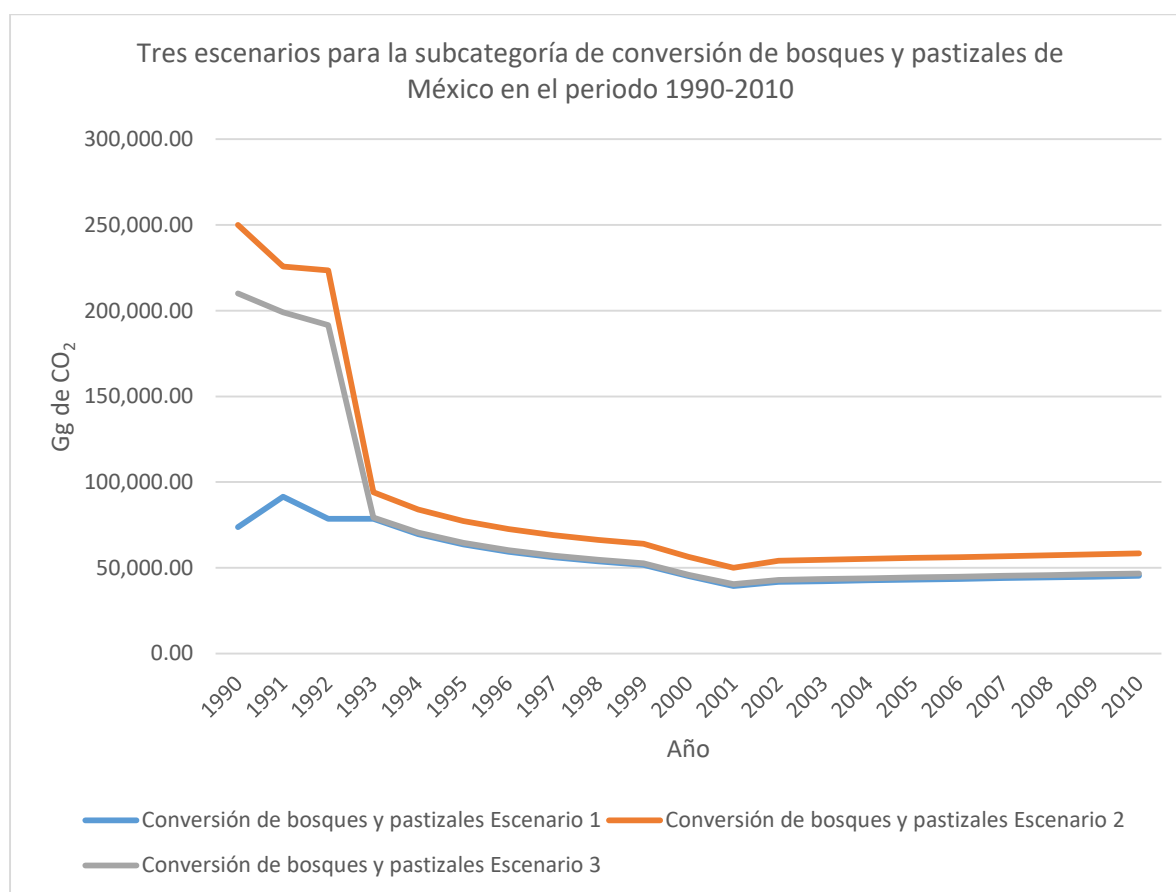


Figura 38. Tres escenarios para la subcategoría de conversión de bosques y pastizales de México en el periodo 1990-2010.

*Nota: Construcción de tres escenarios subcategoría de conversión de bosques y pastizales utilizando las Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, versión revisada de 1996"*

Estas diferencias entre los tres escenarios también implican un tema muy relevante, como se puede recordar los resultados para el escenario 2 corresponden al uso de valores por defecto, y mientras que los del escenario 3 corresponden a valores que México ha determinado, con lo que se puede asumir que

México ha tenido un avance en el desarrollo de valores propios de país lo que puede ser el producto la investigación y desarrollo de sistemas de medición más efectivos en el sector forestal. Este es un buen camino para el logro del uso efectivo de metodologías para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero del sector USCUS en México.

Lo que se puede observar en el análisis propiamente de las emisiones de CO<sub>2</sub> de esta subcategoría de conversión de bosques y pastizales en la línea temporal para el periodo de 1990 a 2010 es un ligero incremento en el año 1991 que desciende en años subsecuentes hasta una estabilización a partir del 2001 hasta el 2010. La razón de esta estabilización es un decremento en la conversión de cobertura vegetal a agrícola entre la década de los noventa y dos mil, esto decrementos se dan sobre todo en las coberturas de bosques y selvas, lo tipos de cobertura que sigue teniendo mayores conversiones son los de matorral y pastizal.

El análisis de estos tres escenarios de la subcategoría de conversión de bosques y pastizales ha sido valioso para tener un conocimiento detallado de la metodología seguida y de las variables involucradas para obtener las emisiones de CO<sub>2</sub>. En este sentido conocer los elementos que componen la subcategoría y sus rasgos positivos y negativos y las oportunidades de mejora es un camino adecuado para la creación de políticas de mitigación que enfrenten el cambio climático. Otro elemento valioso de este análisis es el importante tema de que México, pese a manifestar por escrito en su NC3-2006 que el sector USCUS representa una particularidad porque no es posible adaptar sus tipos de vegetación a la metodología IPCC-1996, haya sabido utilizar sus capacidades para afrontar la particularidad y se encuentre incluso desarrollando y definiendo factores de emisión propios, esto indica un buen inicio para tener estimaciones de GEI más precisas en el sector USCUS lo que implicaría la creación de políticas y estrategias más acertadas para la mitigación ante el cambio climático.

## 5. Conclusiones

### 5.1. Conclusiones parciales

De la primera parte del Capítulo 3, que refiere al análisis de los programas que contemplan medidas ante el cambio climático presentadas por México en sus últimas tres Comunicaciones Nacionales (NC) de México ante la UNFCCC y su relación con los objetivos de mitigación y adaptación de la Ley General de Cambio Climático (LGCC) mexicana, concluir de manera parcial los siguientes puntos:

- El país reporta en las tres NC programas que contienen medidas ante el cambio climático en tres vertientes: de adaptación de mitigación, y de investigación para la adaptación y mitigación. La Quinta Comunicación Nacional presentada en 2012, reporta un mayor número de programas comparada con sus predecesoras con una cantidad total de treinta y seis programas con medidas para el cambio climático en total, siete de los cuales son de adaptación, tres de investigación y veintiséis de mitigación. Mientras que la Tercera Comunicación Nacional entregada en 2006, presenta veintidós programas totales, cuatro de los cuales corresponden a medidas de mitigación, ocho de estos a investigación del cambio climático y diez contemplan medidas de mitigación. La Cuarta comunicación Nacional del año 2009 presente un total de veintiún programas ante el cambio climático, de los cuales tres son de adaptación, dos de investigación y dieciséis de mitigación.
- Solamente cuatro de un total de setenta y nueve programas presentados en las tres últimas NC, reportan tres variables a la vez “Meta”, “Resultado”, “Meta cumplida o superada”. Esta insuficiencia de información en el estudio de las NC, descartó la posibilidad de realizar un análisis basado en un esquema de “Meta-Resultado-Meta cumplida o superada” que de haberse podido realizar, hubiera mostrado el funcionamiento de la dinámica de la implementación de los programas desde sus propósitos hasta sus impactos en la realidad en números concretos.
- De los resultados obtenidos en el análisis entre los programas de mitigación y adaptación que han presentados en las últimas tres NC y, los objetivos específicos por programa también identificados durante este estudio; se pudo comprobar que existe una relación directa entre los programas y los objetivos de mitigación y adaptación aplicables al sector USCUS y los contenidos en los artículos 101 y 102 de la LGCC de México que refieren a los objetivos de mitigación y adaptación sobre los cuales debe evaluarse las medidas ante el cambio climático.
- En el artículo 101 de la LGCC se contemplan los objetivos de adaptación, de los cuales aplican al sector USCUS:
  - Objetivo I sobre la reducción de la vulnerabilidad social y de ecosistemas ante los efectos del cambio climático
  - Objetivo II que implica el fortalecimiento de la resiliencia de sistemas humanos y naturales
  - Objetivo IV que busca el desarrollo de instrumentos de diagnóstico, medición, planeación y monitoreo para afrontar el cambio climático.
  - Objetivo V que trata sobre la identificación de la vulnerabilidad y capacidad de transformación de los sistemas naturales.
  - Objetivo VI
- Por otra parte el artículo 102 de la LGCC contiene los objetivos de mitigación de los cuales el sector USCUS se alinea a los siguientes:
  - Objetivo I que trata sobre garantizar la salud de la población a través de la reducción de la contaminación atmosférica
  - Objetivo II que contempla reducir y mejorar los sumideros de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) con patrones de producción y consumo sostenible
  - Objetivo VI sobre la alienación de programas federales para revertir la deforestación y degradación
  - Objetivo VII que busca la conservación, protección y funcionamiento de sumideros
  - Objetivo VIII sobre la conservación, protección y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad

- Objetivos IX que trata sobre el establecimiento de metodologías de medición, reporte y verificación de emisiones.
- El análisis también demuestra que existe una tendencia en la aplicación de las medidas de mitigación y adaptación del cambio climático, las cuales hoy se conjuntan en la LGCC del país. Esto significa que México ha estado trabajado por algunos años en la formulación de las políticas de mitigación y adaptación actuales del país a través de la implementación de estos programas y que los objetivos de la LGCC no han sido formulados a partir de cero.
- De los setenta y nueve programas reportados en las NC solo quince de estas reportan un “Resultado”, de estos todos los quince refieren a medidas de mitigación y se engloban en los siguientes grandes objetivos específicos:
  - Aquellos que contemplan la creación y conservación de Áreas Nacionales Protegidas (ANP), los programas con este objetivo específico se alinean al objetivo VII de mitigación de la LGCC, que contempla la creación y protección de sumideros. Las ANP entre 2005 y 2012 tuvieron un aumento de diez por ciento en el número de ANP con un aumento de treinta cuatro por ciento en la superficie en hectáreas (ha). Esto implica un crecimiento en los sumideros de carbono del país para el periodo mencionado.
  - Los que tratan sobre la creación y conservación de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA), este se encuentra alienado al objetivo VIII de la LGCC, sobre conservación y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad. Las UMA aumentaron su número en un cuarenta por ciento y su superficie en ha en un treinta y cinco por ciento entre 2005 y 2012. Este resultado conlleva un importante aumento en la conservación de biodiversidad de especies de flora y fauna.
  - La incorporación de superficies al manejo técnico forestal sostenible que está en línea con el objetivo VIII de la LGCC entre 2005 y 2012 se han incorporado a este régimen 9,626,253 ha de superficie lo que significa una contribución en la conservación de recursos forestales.
  - El diagnóstico y tratamiento fitosanitario, y se alienan al objetivo VIII de la LGCC y entre los años 2005 y 2012 se atendieron 292,242 ha de superficie para tratamiento y 3,910,784 para diagnóstico fitosanitario. Estos programas constituyen la base del mantenimiento forestal y tiene alto impacto en la conservación y protección de sumideros.
  - Aquellos que contemplan la instalación de estufas ahorradoras de leña, dentro de los programas de dendroenergía este se encuentra alienado al objetivo I para garantizar la salud de la población con la reducción de la contaminación atmosférica. A través de estos programas se han instalado 116,308 estufas impactando en la salud pública y reducción de emisiones de GEI.
  - Los relacionados a reducción de CO<sub>2</sub>, la información disponible en las NC solamente permitió analizar tres programas de este tipo que entre 2009 y 2012 tuvieron una contribución en la reducción de 437,832 toneladas de CO<sub>2</sub>. Estos programas se alienan al objetivo II de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
  - Aquellos que contemplan reforestación, este objetivo específico es compatible con el objetivo VII de la LGCC. A través de la reforestación en 3,664,782 ha de superficie entre 2005 y 2012 se contribuyó a la creación de sumideros en el país.

Sobre el análisis de las emisiones de CO<sub>2</sub> contenido en la segunda parte del Capítulo 3:

- Se demuestra que los valores de emisiones del sector USCUS en las últimas tres entregas de NC no son comparables entre si debido al uso de distintas metodologías en cada una de ellas. Esto dificulta tener una visión de las emisiones generadas en el sector USCUS entre los años 1990 a 2010, ya que cada NC presenta una tendencia distinta que no coincide con la cifra de emisiones en ninguno de los años del periodo.
- En la NC3-2006 se utiliza de manera parcial la metodología IPCC-1996, la NC4-2009 se basa en la metodología GPB2003 y en la NC5-2012 se utiliza el IPCC-1996 de forma más clara.

- En este sentido se considera que la NC5-2012 es un punto de partida coherente que demuestra una mejora en el uso de la metodología IPCC-1996 para la estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> del sector USCUS.
- Esta aseveración también se fundamenta en el hecho de que los documentos, el INEGI 1990-2010 y la NC5-2012 presentan el uso de la metodología IPCC-1996 de una forma mejor estructurada y con resultados más concretos y no argumenta presentar cifras preliminares de emisiones del sector como las NC predecesoras.
- A partir del punto anterior y considerando la NC5-2012 como la que ha presentado mejor estructura metodológica para la estimación de CO<sub>2</sub> del sector USCUS, se considera esta fuente como un referente de información.
- México entonces, presenta un avance importante y fructífero en el uso de la metodología IPCC-1996. En este sentido confirma sus compromisos y participación activa en el cumplimiento de los requisitos no obligatorios en el marco de la UNFCCC.
- Con base en los puntos anteriores la evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector USCUS presentan una disminución en el total de emisiones de CO<sub>2</sub> del sector USCUS del año 1990 con 101, 257 Gg de CO<sub>2</sub> a 45, 670 Gg de CO<sub>2</sub> en 2010 que representan un 54%. Esta reducción es equivalente a una reducción de 55,587 Gg de CO<sub>2</sub> en los últimos 20 años, entre 1990 y 2010 en el sector USCUS.
- Es importante mencionar que actualmente México no cuenta con bases de datos disponibles de manera pública que contemplen las emisiones de CO<sub>2</sub> que se reportan en las NC o los INEGI. Por este motivo, este trabajo de investigación se ha realizado a partir de reproducir en hojas de cálculo los datos contenidos en estos documentos. En este sentido, la carencia de datos públicos complica los estudios y análisis que pudieran realizarse desde el área académica y de investigación. En el caso particular del sector USCUS tampoco existe una estadística forestal histórica y solamente desde hace muy pocos años se ha empezado a generar y mantener en un sistema consistente. Estos detalles abren la oportunidad desde las áreas académicas y de investigación a plantear la gestión de acuerdos de colaboración con las dependencias de gobierno correspondientes como INECC o CONAFOR, con la finalidad de definir procesos y metodologías de adquisición de datos apropiados y necesarios para los inventarios y reportes de emisiones de GEI dentro de los mecanismos actuales de gobernanza mundial del cambio climático.

En el estudio específico de la subcategoría de conversión de bosques y pastizales del sector USCUS descrito en el Capítulo 4 se logró conocer, explorar, aplicar y trabajar con una parte de la metodología IPCC-1996 y así como utilizar esta, en conjunto con las hojas de trabajo para la estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> previstas en esta guía, específicamente para esta subcategoría. A partir de la construcción de tres escenarios de variables para la subcategoría de conversión de bosques y pastizales se pudo encontrar y concluir:

- La subcategoría de conversión de bosques y pastizales contribuye en un 71.6% equivalente a 32,699 Gg de CO<sub>2</sub> de las emisiones totales de 45,669 Gg de CO<sub>2</sub> del sector USCUS en 2010.
- Que existe una discrepancia entre los valores iniciales de superficies convertidas para los años 1990 a 1992 que se utilizaron en los cálculos para la estimación y los que se reportan como utilizados en el INEGI 1990-2010.
- Con estos escenarios también se puede demostrar que México efectivamente se apega al uso en profundidad de la metodología IPCC-1996 y que ha logrado dotarse de valores propios del país para algunos de sus factores característicos fundamentales y evitar el uso de los valores por defecto de la metodología IPCC-1996 para esta subcategoría.
- Los resultados de este análisis permiten tomar las cifras de la NC5-2012 como fuente de información de referencia para las emisiones de la subcategoría de conversión de bosques y pastizales. La subcategoría tiene una reducción de 38% en las emisiones de CO<sub>2</sub> en el periodo de 1990 a 2010, este porcentaje representa una reducción de 17,354 Gg de CO<sub>2</sub> que corresponden sobre todo a la reducción de la superficie en los cambios de cobertura vegetal en bosques y selvas.



- Haciendo una reflexión sobre el uso de las guías metodológicas del IPCC de México para la estimación de CO<sub>2</sub> y con base en los resultados de la segunda parte del Capítulo 3 y el Capítulo 4; existe la gran posibilidad de que en una Sexta Comunicación Nacional que estaría a publicarse durante este año o 2019 a más tardar, el país migre a la metodología del IPCC de 2006. Este cambio implicaría la relación del sector USCUS con el de Agricultura formando el gran sector Agricultura, Silvicultura y Uso de la Tierra (AFOLU, de sus siglas en inglés Agriculture, Forestry and Land Use). Esta migración implicaría nuevamente un cambio metodológico como ha ocurrido en los últimos años y se ha podido constatar en este trabajo. En este sentido sería importante analizar si el país está avanzando hacia una mejora metodológica trabajando con factores de emisión propios desarrollado o tendría que retroceder lo ya avanzado con la metodología IPCC-1996 utilizando nuevamente factores por defecto. En estos momentos, el país ha trabajado bastante en perfeccionar el uso de la metodología IPCC-1996 y una migración a la IPCC-2006 sería contraproducente en cuestión de la estadística del sector USCUS que se ha venido manejando. Hay que recordar que en NC-2009 se utilizó la metodología GBP-2003 lo que ocasiona que se rompa el ritmo entre la NC3-2006 y la NC5-2012 donde se utiliza la IPCC-1996 y este cambio tendría un efecto similar.

## 5.2. Conclusiones finales y propuestas de futuro

México ha participado de manera activa en sus compromisos ante la UNFCCC y entregado desde 1992 y de manera puntual hasta el momento sus Comunicaciones Nacionales en el ámbito de los requisitos (que en realidad son voluntarios) que le corresponden como país No Anexo I, de los sectores y gases contemplados en el Protocolo de Kioto y las guías metodológicas para estimaciones de GEI del IPCC. Uno de los sectores de relevancia es el sector USCUS, las emisiones de ese sector contribuyeron en 9.4% a las 493,451 Gg de CO<sub>2</sub> totales del país en 2010. En el panorama internacional el sector USCUS mexicano aportó en 2010 45,669 Gg de CO<sub>2</sub> equivalentes a 0.15% de un total de 31,891,000 Gg de CO<sub>2</sub> de las emisiones mundiales totales para ese año. Otros sectores mexicanos emitieron 447,782 Gg de CO<sub>2</sub> aportando en conjunto México 1.57% de las emisiones mundiales.

Se han encontrado diferencias en la evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector USCUS para los tres periodos de años contemplados en las Comunicaciones Nacionales de México y esto se deriva del uso de versiones distintas de las guías metodológicas del IPCC para la estimación de emisiones de GEI. Sin embargo se demuestra que la NC5-2012 y el INEGI 1990-2010 contemplan la estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> a partir de las Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, versión revisada de 1996 y presenta ya los inventarios de una forma estructurada y con cifras no preliminares. En este sentido se puede considerar la información de ambos informes como un referente de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el periodo 1990-2010. Y con base en esta información se concluye que el sector USCUS en México ha tenido una disminución de 54% de emisiones de CO<sub>2</sub> entre esto es equivalente a 55,587 Gg de CO<sub>2</sub> de reducción en los 20 años del periodo 1990 y 2010.

Los programas implementados por México en sus tres últimas Comunicaciones Nacionales muestran una tendencia en años recientes y una relación directa hacia los objetivos de mitigación y adaptación ante el cambio climático que se contemplan en la LGCC del país. Esto indica que actualmente se sigue y se seguirá una ruta muy similar de políticas de mitigación a las documentadas en la Quinta Comunicación Nacional. Estas medidas de mitigación contemplan la creación y conservación de sumideros de carbono a través de Áreas Nacionales Protegidas; la preservación de la biodiversidad en Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre; integración de superficies a manejo técnico para aprovechamiento forestal sostenible; programas de dendroenergía con la instalación de estufas ahorradoras de leña en comunidades; diagnóstico y tratamiento fitosanitario y reforestación.

La subcategoría de conversión de bosques y pastizales representa la mayoría de emisiones del sector USCUS. A través del uso las Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, versión revisada de 199 se ha logrado constatar que el país está haciendo el uso de valores

de emisión propios, lo que indica dinámicas de investigación y trabajo propias activas y en funcionamiento y evitando el uso de valores por defecto del propio IPCC. Se insiste, por lo tanto, que México ha desarrollado factores de emisión en el sector forestal lo cual tiene como trasfondo investigaciones, estudios y estadística propios del sector USCUS. Dado que la información es un referente se concluye en este punto que esta subcategoría ha tenido una disminución de 38% en las emisiones de CO<sub>2</sub> las causas de esta reducción son sobre todo derivadas de la disminución de los cambios de cobertura vegetal en bosques y selvas.

Las propuestas de futuro en torno al sector USCUS y factibles de realizar con la base de información y los resultados obtenidos en este trabajo de fin de máster serían los siguientes: realizar estudios específicos de programas que contemplen medidas de mitigación y adaptación ante el cambio climático. Estudiar y analizar la Primera Contribución Nacionalmente Determinadas (NDC, por sus siglas en inglés Nationally Determined Contributions) de México en el marco del Acuerdo de París que deberá ser el principio para la realización de su Segunda NDC posiblemente basadas en las guías del IPCC del 2006. Desarrollar propuestas coherentes con referencia a las dificultades metodológicas de México constatadas durante la realización de este trabajo de fin de máster, de tal forma que los próximos inventarios de GEI sean producto de estructuras científicas y del gobierno mexicano más acordes a los retos del futuro.

## Bibliografía

- Banco Mundial. (2018). *Emisiones de CO2 (kt)*. Recuperado el 13 de junio de 2018, de [https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.KT?name\\_desc=true](https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.KT?name_desc=true)
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2012). *Ley General de Cambio Climático*. México.
- CONABIO. (7 de junio de 2017). *La diversidad biológica de México*. Recuperado el 16 de mayo de 2018, de [www.conabio.gob.mx/institucion/cooperacion\\_internacional/doctos/db\\_mexico.html](http://www.conabio.gob.mx/institucion/cooperacion_internacional/doctos/db_mexico.html)
- CONAFOR-SEMARNAT. (2012). *Inventario Nacional Forestal y de Suelos Informe 2004-2009*. Zapopan, Jalisco, México.
- Crutzen, P. (2006). The “Anthropocene”. En E. Ehlers, & T. Krafft, *Earth System Science in the Anthropocene* (págs. 13-18).
- Dessai, S., & Hulme, M. (2004). Does climate adaptation policy need probabilities? *Climate Policy*, 4(2), 107-128.
- European Commission. (2017). *EDGAR-Emissions Database for Global Atmospheric Research. CO2 time series 1990-2015 per region/country*. Recuperado el mayo de 25 de 2018, de <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=CO2ts1990-2015&sort=des9>
- INECC. (15 de noviembre de 2007). *instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Marco jurídico y normativo*. Recuperado el 25 de mayo de 2018, de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/260/marco.html>
- INECC. (2016). *Vulnerabilidad al cambio climático*. Recuperado el 25 de mayo de 2018, de <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/vulnerabilidad-al-cambio-climatico-actual>
- INECC. (2018). *Ficha Informativa. Instituto Nacional de Ecología*. Recuperado el 25 de mayo de 2018, de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/208867/INECCFactSheets2017-3.pdf>
- INECC. (2018). *Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Marco Institucional*. Recuperado el 25 de mayo de 2018, de <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/marco-institucional>
- INECC-PNUD. (2012). *Actualización del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010, para el sector Uso de suelo, Cambio en el Uso del Suelo y Silvicultura*. México.
- INECC-SEMARNAT. (2012). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010*. México, D.F., México: Oliver Gantner.
- INECC-SEMARNAT. (2012). *México Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. México, D.F., México: Grupo Comunicare, S.C.
- INEGI. (2013). *Conjunto de datos vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación. Escala 1:250:000, Serie V (Capa Unión)*. Recuperado el 15 de mayo de 2018, de <http://www.inegi.org.mx/>
- INEGI. (2018). *Cuéntame, INEGI, Vegetación en México*. Recuperado el 16 de mayo de 2018
- INEGI. (2018). *Referencias geográficas y extensión territorial de México*. Recuperado el 16 de mayo de 2018, de [www.inegi.org.mx/inegi/SPC/doc/internet/1-GeografiaDeMexico/MAN\\_REFGEOG\\_EXTTERR\\_VS\\_ENERO\\_30\\_2088.pdf](http://www.inegi.org.mx/inegi/SPC/doc/internet/1-GeografiaDeMexico/MAN_REFGEOG_EXTTERR_VS_ENERO_30_2088.pdf)
- INEGI. (2018). *Uso de suelo y vegetación*. Recuperado el 25 de mayo de 2018, de [www.beta.inegi.org.mx/temas/mapas/ususuelo/](http://www.beta.inegi.org.mx/temas/mapas/ususuelo/)
- INE-SEMARNAT. (2006). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2002*. México, D.F.
- INE-SEMARNAT. (2006). *México Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. México, D.F., México: S y G Editores, S.A. de C.V.
- INE-SEMARNAT. (2009). *México Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. México, D.F., México.
- INE-SEMARNAT. (2009). *México Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. México, D.F., México.
- IPCC. (1997). *Libro de Trabajo para el Inventario de Gases de Efecto Invernadero. Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996. Modulo 5 Cambio del Uso de la Teirra y Silvicultura*. Reino Unido: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos (IPCC), Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y Agencia Internacional de la Energía (AIE).

- IPCC. (1997). *Libro de Trabajo para el Inventario de Gases de Efecto Invernadero. Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996. Módulo 5 Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura*. Reino Unido: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos (IPCC), Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y Agencia Internacional de la Energía (AIE).
- IPCC. (2003). *Orientación sobre las Buenas Prácticas para Uso de la tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura*. Ginebra, Suiza.
- IPCC. (2006). *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Japón: Institute for Global Environmental Strategies.
- IPCC. (2018). *Climate Change 2007: Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Glossary*. Recuperado el 15 de mayo de 2018, de [https://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg2/en/annexessglossary-a-d.html](https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/annexessglossary-a-d.html)
- IPCC. (2018). *IPCC TFI-Home. AFOLU in the IPCC 2006 Guidelines*, Simon Eggleston, Nalin Srivastava, *IPCC National Greenhouse Gas Inventory Programme. Third Informal Dialogue on LULUCF, Reykjavik, Iceland 7 - 9 May, 2008*. Recuperado el 5 de mayo de 2008, de <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/presentation/LULUCF-AFOLU.pdf>
- IPCC. (2018). *IPCC, Publications*. Recuperado el 28 de abril de 2018, de <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/index.html>
- Naciones Unidas. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático*.
- Naciones Unidas. (1998). *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*.
- Naciones Unidas. (2015). *Acuerdo de París*.
- Naciones Unidas. (2018). *Día Internacional de la Preservación de la Capa de Ozono, 16 de Septiembre*. Recuperado el mayo25 de 2015, de [www.un.org/es/events/ozoneday/background.shtml](http://www.un.org/es/events/ozoneday/background.shtml)
- Naciones Unidas. (s.f.). *Historia de las Naciones Unidas*. Recuperado el 15 de mayo de 2018, de [www.un.org/es/sections/history/history-united-nations/](http://www.un.org/es/sections/history/history-united-nations/)
- Naciones Unidas. (s.f.). *Naciones Unidas, Información General*. Recuperado el 15 de mayo de 2018, de [www.un.org/es/sections/about-un/overview/index.html](http://www.un.org/es/sections/about-un/overview/index.html)
- Naciones Unidas. (s.f.). *Órganos Principales*. Recuperado el 15 de mayo de 2018, de [www.un.org/es/sections/about-un/main-organs/index.html](http://www.un.org/es/sections/about-un/main-organs/index.html)
- Naciones Unidas. (s.f.). *Temas Mundiales, Medio Ambiente*. Recuperado el 15 de mayo de 2018, de [www.un.org/es/globalissues/environment/](http://www.un.org/es/globalissues/environment/)
- Presidencia de la República. (2012). *Sexto Informe de Gobierno del C. Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, Felipe de Jesús Calderón Hinojosa*. Ciudad de México, México.
- SEMARNAT. (24 de Febrero de 2015). *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales > Acciones y Programas*. Recuperado el 28 de abril de 2018, de <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/convencion-marco-de-las-naciones-unidas-sobre-el-cambio-climatico-y-su-protocolo-de-kioto-cmnucc?idiom=es>
- SRE. (mayo de 2013). *Megadiverse Mexico*. Recuperado el 20 de mayo de 2018, de <https://embamex.sre.gob.mx/dinamarca/images/pdf/megaing.pdf>
- UNFCCC. (2002). Decision 17/CP.8, Guidelines for the preparation of national communications from Parties not included in Annex I to the Convention. *Conference of the Parties on its Eight Session, held at New Dehli from 23 October to 1 November*, (págs. 2-12). New Dehli.
- UNFCCC. (2007). *Unidos por el Clima, Guía de la Convención sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto*. Bonn, Alemania .
- UNFCCC. (2009). *UNFCCC Resource Guide For Preparing The National Communications of Non-Annex I Parties. Module 1 The Process of National Communications from Non-Annex I Parties*. Bonn, Alemania: Financial and Technical Support Programme of the UNFCCC.
- UNFCCC. (2011). *Report of the Conference of the Parties on its seventeenth session, held in Durban from 28 November to 11 December 2011* . Durban, Sudáfrica.
- UNFCCC. (2014). *Infographic Insights*. Recuperado el 2 de mayo de 2018, de [unfccc.int/timeline/](http://unfccc.int/timeline/)
- UNFCCC. (2014). *UNFCCC -- 20 Years of Effort and Achievement*. Recuperado el 2 de mayo de 2018, de [unfccc.int/timeline/](http://unfccc.int/timeline/)
- UNFCCC. (2018). *Conference of the Parties (COP)*. Recuperado el 16 de mayo de 2018, de <https://unfccc.int/process/bodies/supreme-bodies/conference-of-the-parties-cop>

- UNFCCC. (2018). *Glossary of climate change acronyms and terms*. Recuperado el 9 de mayo de 2018, de <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-convention/glossary-of-climate-change-acronyms-and-terms#l>
- UNFCCC. (2018). *National Communication submissions from Non-Annex I Parties*. Recuperado el 28 de abril de 2018, de <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/national-communications-and-biennial-update-reports-non-annex-i-parties/national-communication-submissions-from-non-annex-i-parties>
- UNFCCC. (2018). *Parties & Observers*. Recuperado el 30 de abril de 2018, de <https://unfccc.int/parties-observers>
- UNFCCC. (2018). *UNFCCC Process and meetings, Biennial Update Reports*. Recuperado el 15 de mayo de 2018, de <https://unfccc.int/process/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/biennial-update-reports-and-international-consultation-and-analysis-non-annex-i-parties/biennial-update-reports>
- UNFCCC. (2018). *UNFCCC Process and meetings, Parties*. Recuperado el 5 de mayo de 2015, de <https://unfccc.int/process/parties-non-party-stakeholders/parties-convention-and-observer-states>
- UNFCCC. (2018). *UNFCCC Process and meetings, The Paris Agreement*. Recuperado el 15 de mayo de 2018, de <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>
- UNFCCC. (2018). *What is the Kyoto Protocol?* Recuperado el 16 de mayo de 2018, de <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-kyoto-protocol/what-is-the-kyoto-protocol/what-is-the-kyoto-protocol>

## Anexos

### Anexo A. Descripción de programas de adaptación y mitigación ante cambio climático en el sector USCUS, Comunicaciones Nacionales 3, 4 y 5 de México.

#### Programas que contemplan medidas de adaptación ante el cambio climático en el sector USCUS contenidas en la NC3-2006

Los siguientes son programas de adaptación para el sector de bosques:

1. **INE, CCA-UNA e Instituto de Geografía –UNAM.-** Este programa de adaptación incluye el uso de cartografía de INEGI para el estudio de climas por región y de diferentes tipos de vegetación en el país, lo que ayuda a conocer las áreas más vulnerables ante el cambio climático para, posteriormente, realizar programas más enfocados a la protección de éstas. Los resultados son modelos que proyectan un escenario hacia 2020 y 2050 (INE-SEMARNAT, 2006).
2. **Fomento de las capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba acciones en el sector de Bosques.-** Se buscan elementos en común para compartir experiencias a partir del análisis de vulnerabilidad de un área de estudio del estado de Tlaxcala, el cual considera tres sectores socioeconómicos, agricultura, agua y bosques. Este análisis permite tener algunos resultados base que sirven como ejemplo para realizar el Programa Nacional de Adaptación ante el cambio climático. (INE-SEMARNAT, 2006)
3. **Escenarios del impacto de la deforestación sobre la distribución de especies.-** Esta medida de adaptación refiere a la modelación de escenarios de distribución de biodiversidad y sus impactos ocasionados por la deforestación para asentamientos humanos y zonas agrícolas. (INE-SEMARNAT, 2006)
4. **Adaptación al cambio climático en humedales del golfo de México.-** Este programa incluye un análisis climático y socioeconómico. Además de un inventario de especies de flora y fauna a fin de conocer y preservar las áreas de humedales de más vulnerables al cambio climático. (INE-SEMARNAT, 2006)

#### Programas que contemplan medidas de mitigación ante el cambio climático en el sector USCUS contenidas en la NC3-2006

Los siguientes son programas que contemplan medidas de mitigación ante el cambio climático presentadas en la NC3-2006 de México en el sector de bosques:

1. **Programa de Desarrollo Forestal (PRODEFOR).-** Con este programa se ha apoyado a dueños y productores del sector forestal para desarrollarse de manera técnica, económica y social, con la ejecución de 22 mil proyectos en el territorio nacional. De 2001 a 2006 se incorporaron al manejo técnico 9.3 millones de hectáreas. El programa también impulsó 350 proyectos de ecoturismo forestal con fin de conservar el medio ambiente, la biodiversidad y los sumideros de carbono, aprovechando el paisaje del territorio. (INE-SEMARNAT, 2006)
2. **Programa de Plantaciones Forestales Comerciales (PRODEPLAN).-** Este plan operado por CONAFOR inició en 1997 y fue rediseñado en 2001, su objetivo es la recuperación de suelos forestales degradados, restituir zonas arboladas y crear proyectos de producción maderable. En el periodo de 2001 a 2006 el programa asignó recursos en 3,171 proyectos de plantaciones forestales comerciales, con el fin de establecer 351.7 mil ha de superficie, que deberían estar completadas totalmente para 2008. En estimaciones realizadas por la Universidad de Veracruz, con el programa Biofund, del Banco Mundial, apuntan a 47.5 millones de toneladas de carbono cuando el programa tenía 322 mil (INE-SEMARNAT, 2006).

3. ***Programa de Conservación y Reforestación de Ecosistemas Forestales (PROCOREF).***- El programa tiene como objetivo restaurar la cobertura vegetal en sitios estratégicos del país para incrementar la biomasa y la captura de carbono, cuenta con componentes de protección, conservación y restauración de suelos forestales. Este programa sustituye al programa Nacional de Reforestación (PRONARE). La principal estrategia en este programa es plantar especies nativas en sitios adecuados, en México, la reforestación en lugares remotos hoy es más fácil por medio de semillas peletizadas (semillas cubiertas de una arcilla especial fertilizada y repelentes orgánicos para aves y roedores). A través de este programa se revierte la degradación de suelos forestales y de sus servicios ambientales como la captura de agua de lluvia y la captura y conservación de carbono. Entre 2001 y 2005 con el programa logró reforestar 1.8 millones de ha y el aumento del índice de supervivencia en plantas de 20% en 1999 a 50% en 2005. En el periodo de 2001 a 2006 se tuvieron acciones de protección, conservación y restauración en suelos forestales en 2.8 millones de ha. Se realizó diagnóstico fitosanitario a 90 mil ha en 2001 y tratamiento sanitario a 21 mil hectáreas (INE-SEMARNAT, 2006).
4. ***Programa de Desarrollo Forestal Comunitario (PROCYMAF II).***- El programa tiene como objetivo ayudar a ejidos y comunidades forestales en el manejo forestal con desarrollo local, la generación de ingresos con uso diversificado e integral de recursos. Se ejecuta en regiones forestales prioritarias en los estados de Durango, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca y Quintana Roo. Se tenía estimado que para el programa apoyaría a 100 mil ha para manejo técnico y 300 mil ha en ordenamiento territorial comunitario, beneficiando a 30 empresas con beneficio a 300 ejidos (INE-SEMARNAT, 2006).
5. ***Programa para la Integración y Desarrollo de Cadenas Productivas Forestales.***- Este programa apoya la asociación de agentes económicos para el aprovechamiento primario, las manufacturadas y servicios del sector forestal.
6. ***Programa de pago por Servicios Ambientales Hidrológicos.***- Este programa paga a poseedores de recursos forestales para la conservación de bosques y selvas, la biodiversidad y servicios ambientales de los mismos para promover la captura de agua y carbono. Entre 2003 y 2005 se incorporaron a estos pagos 480 mil ha y de acuerdo con datos de CONAFOR se estimó una superficie de 3.8 millones disponible para recibir este pago (INE-SEMARNAT, 2006).
7. ***Programa para Desarrollar el Mercado de Servicios Ambientales para Captura de Carbono, los derivados de la Biodiversidad y Para fomentar el establecimiento y Mejoramiento de los Sistemas Agroforestales (PSA-CABSA).***- El Diario Oficial de la Federación (DOF) publicó en 2004 las reglas de operación de este programa, que promueve el acceso a mercados internacionales y nacionales de servicios ambientales para la captura de carbono y para la protección de la biodiversidad de ecosistemas forestales. El programa también busca impulsar sistemas agroforestales integrando suelo de uso agrícola y forestal y el fortalecimiento de los mismos. Según datos de CONAFOR se integraron a este programa 58 mil ha entre 2004 y 2005 (INE-SEMARNAT, 2006).
8. ***Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (ANP).***- Ésta es una de las acciones más importantes de México en términos de protección a la biodiversidad de los recursos naturales y ecosistemas representativos del país. Al conservar estas grandes extensiones de bosques y selvas, se conservan sumideros de carbono importantes. En 2005 existían 155 ANP con una cobertura de 18.9 millones de ha de los cuales 80% es de ecosistemas terrestres como matorrales xerófilos, bosques templados y selvas y 20% es de ecosistemas marinos. Las ANP representan 9.6% de la superficie del país (INE-SEMARNAT, 2006).
9. ***Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA).***- El sistema fue creado para encontrar mutualismo entre las necesidades de conservación de biodiversidad y de producción y desarrollo socioeconómico, principalmente en el sector rural, a través del uso racional y planificado de los recursos naturales. Las UMA se clasifican en intensivos y extensivos y pueden incluirse en todo tipo de régimen de la propiedad como el ejidal, comunal o privado. Estas unidades también representan una alternativa rentable para los propietarios y, al mismo tiempo, la obtención de servicios ambientales sustentables como la captura e infiltración de agua, captura de carbono y conservación de los sumideros de carbono. En 2005 existían 6,766 UMA con 24.06 millones de ha (INE-SEMARNAT, 2006).



10. ***Inventario Nacional Forestal y de Suelos.-*** El inventario forestal es ejecutado por CONAFOR y representa un instrumento importante para la elaboración del INEGI especialmente para el sector USCUS. A mediados de 2006 el porcentaje de avance del inventario de 2004 era de 82% (INE-SEMARNAT, 2006).

Programas que contemplan investigación para la mitigación y adaptación ante el cambio climático en el sector USCUS contenidas en la NC3-2006

En la NC3-2006, México reporta sus actividades de investigación en el sector forestal como son los siguientes:

1. ***Modelación de la deforestación en México e implicaciones para proyectos de captura de carbono.-*** Este estudio contempla la conservación forestal o la deforestación evitada y proyectos de USCUS. Esta investigación se basa en la conservación forestal, la deforestación lenta y la no deforestación para revertir las tasas de emisiones de GEI. En este momento del país, se realizaban negociaciones ante la UNFCCC para un esquema de incentivos por la reducción de la deforestación en países en desarrollo. Durante la investigación se estudiaron dos regiones del país modelando las condiciones propias de cada una dando como resultado tres modelos. Al final los resultados concluyeron que no se puede modelar el sector USCUS por más de diez años, ya que las tasas y patrones de deforestación están sujetos a varios factores.
2. ***Uso del Suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura.-*** Este análisis con financiamiento de la US EPA trabajó sobre tres ejes principales, el establecimiento de un sitio de internet con mapas interactivos, la construcción de mapas de densidad de carbono en vegetación y la evaluación de áreas prioritarias de captura de carbono (INE-SEMARNAT, 2006).
3. ***Índice de carbono para México.-*** Este proyecto surge a partir de los compromisos de México ante la CMNUCC para realizar y actualizar los inventarios de gases de efecto invernadero. Se llevó a cabo el estudio de Asistencia Técnica para el Desarrollo de un Índice de Carbono, fortalecimiento de capacidades para la estimación de CO<sub>2</sub> en biomasa perdida o ganada en el tiempo (INE-SEMARNAT, 2006).
4. ***Proyecto de Manejo Sustentable de Laderas (PMSL).-*** El proyecto contempla cinco subproyectos, uno de ellos la medición de captura de carbono a través del desarrollo de una metodología de medición en su sistema agroforestal en laderas. El resultado fue el *Manual para la determinación de carbono en la parte aérea y subterránea de sistemas de producción de laderas*, mismo que hace referencia al *Sistema de Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF)* (INE-SEMARNAT, 2006).
5. ***Evaluación del potencial de captura de carbono en comunidades indígenas y campesinas del estado de Oaxaca.-*** El objetivo principal de este programa consistió en la identificación de oportunidades, debilidades y amenazas en servicios ecosistémicos forestales de captura de carbono. Este programa también tiene un carácter social para el desarrollo de las familias que participan en el proyecto (INE-SEMARNAT, 2006).
6. ***Captura de carbono en los suelos de México y Centroamérica (Bioma A).-*** El proyecto consistió en la evaluación del potencial de captura de carbono del suelo. El resultado del proyecto indicó que para 2020 8.8 millones de hectáreas pudieran ser opción de captura de carbono a través de la labranza de conservación, sistemas agroforestales u plantaciones de restauración de suelo. El potencial de captura estimado fue de 3.8 y 16.7 millones de toneladas por hectárea por año (INE-SEMARNAT, 2006).
7. ***Estudio del potencial de captura de carbono en cinco comunidades del Municipio de Tenosique, Tabasco.-*** El estudio fue llevado a cabo por El Colegio de la Frontera Sur con financiamiento de CONAFOR a través del programa PRODEFOR para conocer el potencial de captura de carbono de las cinco comunidades del estado, además de establecer un modelo adecuado de manejo agroforestal. El estudio arrojó para las cinco comunidades un potencial de captura de carbono para las cinco comunidades de 131.9 ktC. Quedó a cargo del gobierno del Tabasco la evaluación para el apoyo económico en propuestas de este tipo (INE-SEMARNAT, 2006).



8. **Diseño de una estrategia de restauración ambiental y prevención de incendios.**- El objetivo del estudio es el desarrollo de una estrategia de restauración de áreas dañadas y prevención de incendios, preservando los mecanismos internos de organización de las comunidades, en ejidos ribereños del río Lacantún, área dentro de la Selva Lacandona en el estado de Chiapas.

#### Programas que contemplan medidas de adaptación ante el cambio climático en el sector USCUS contenidas en la NC4-2009

Las siguientes son medidas de adaptación contempladas en la NC4-2009 para el sector forestal:

1. **Distribución potencial de especies forestales.**- El objetivo del estudio es evaluar los efectos del cambio climático en algunas especies de vegetación, con base en proyecciones en escenarios de cambio climático (INE-SEMARNAT, 2009).
2. **Afectaciones relacionadas con plagas forestales.**- El análisis se concentra en conocer el aumento de plagas relacionadas con el incremento de temperatura y precipitación (INE-SEMARNAT, 2009).
3. **Efectos económicos del cambio climático en los ecosistemas.**- Esta evaluación consiste en conocer los costos generados a partir de fenómenos naturales relacionados con el cambio climático, además de evaluar cuál es el costo real de los bosques y de la biodiversidad que ahí habita (INE-SEMARNAT, 2009).

#### Programas que contemplan medidas de mitigación ante el cambio climático en el sector USCUS contenidas en la NC4-2009

Dentro de la NC4-2009 se reportan las siguientes medidas de para la mitigación del cambio climático para el sector forestal:

1. **Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012 (PSMAyRN).**- El programa busca el fortalecimiento de las políticas frente al cambio climático a través de 1) acciones, políticas y estrategias para el Programa Especial de Cambio Climático, 2) contabilidad de emisiones de GEI y proyectos públicos y privados que utilicen un Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) u otros mercados del carbono, 3) proyectos de mitigación en vegetación y uso de suelo, 4) desarrollo bioenergético (INE-SEMARNAT, 2009).
2. **La Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC).**- En el sector de vegetación y uso de suelo contempla como algunos de sus objetivos la preservación forestal y reducción de emisiones de GEI vinculadas con el sector (INECC-SEMARNAT, 2012).
3. **El Programa Especial de Cambio Climático (PECC).**- Para 2012 tenía como meta la reducción de 15.3 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> que equivale a 30% de la meta total, en los sectores de agricultura, bosques y otros usos del suelo (INECC-SEMARNAT, 2012).
4. **Programa ProÁrbol.**- A cargo de la CONAFOR, arrancó en 2007, su objetivo era dar estímulos económicos a propietarios y poseedores para proteger, restaurar, conservar y aprovechar de forma sustentable, bosques, selvas y zonas áridas. La reforestación que entre 2007 y 2008 fue de 764,782 ha, de los cuales 714,378 ha fueron para fines de conservación (INE-SEMARNAT, 2009).
5. **Conservación y restauración de suelos forestales.**- Formaba parte de las actividades del programa *ProÁrbol*, entre 2007 y 2008 atendió a 155,940 ha de superficie con obras para conservación y restauración de suelos forestales. Estas obras logran la retención de 29.8 ton/año de suelo e infiltrar de 18.3m<sup>3</sup>/ha de agua al año (INECC-SEMARNAT, 2012).
6. **Diagnóstico y tratamiento fitosanitario.**- Actividad que formaba parte del programa *ProÁrbol* entre 2007 y 2008 se atendieron 1,400,784 ha en diagnóstico y 101,803 ha en tratamiento. Para 2009 se proyectó el diagnóstico de 600 mil hectáreas y tratamiento de 40 mil ha (INECC-SEMARNAT, 2012).

7. **Programa Nacional de Dendroenergía.**-El programa a cargo de CONAFOR , tenía dos componentes:
  - **Estufas ahorradoras de leña.**- para 2008 la meta era de 23 mil estufas y se entregaron 27,454 evitando 74,126 tCO<sub>2</sub>eq. por año. En 2009 la meta era de 23 mil estufas y se entregaron 42, 854 evitando 115,706 tCO<sub>2</sub>eq (INECC-SEMARNAT, 2012, p. 204).
  - **Plantaciones de *Jatropha curcas* para la producción de biodisel.**- Entre 2007 y 2009 se atendió una superficie de 25,700 ha (INECC-SEMARNAT, 2012).
8. **Programa de Plantaciones Forestales Comerciales (PRODEPLAN).**- Entre 2007 a 2008 se establecieron 237.8 miles de ha de plantaciones forestales maderables y no maderables (INECC-SEMARNAT, 2012).
9. **Programa de Desarrollo Forestal Comunitario (PROCYMAF).**- Su objetivo es la población de los ejidos y comunidades indígenas, poseedores de terrenos forestales. En 2009 se asignaron apoyos en 350 ejidos y comunidades, se incorporaron 175 mil ha a manejo técnico y 481 mil ha en ordenamiento comunitario (INE-SEMARNAT, 2009).
10. **Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones Derivadas de la Deforestación y Degradación Forestal.**- El país estaba diseñando un proyecto piloto para la implementación de la estrategia de Reducción de Emisiones derivadas de la Deforestación y Degradación Forestal (por sus siglas en inglés REDD), utilizando mecanismos mercados voluntario y regulados en el marco de la UNFCCC. Estableció como meta la incorporación de 30 mil ha en el esquema REDD para reducción de emisiones de la deforestación y degradación forestal (INE-SEMARNAT, 2009).
11. **Estrategia de Cambio Climático y Áreas Protegidas (ECAPP).**- Estrategia a cargo de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), presentada en 2010 para la planeación, gestión y operación de ANP y conservación de biodiversidad (INE-SEMARNAT, 2009).
12. **Programa de Manejo del Fuego en Áreas Protegidas.**- Fue arrancado en 2008 y tiene la finalidad de atender la presencia de fuego en las ANP además de mitigar las emisiones en el sector forestal (INE-SEMARNAT, 2009).
13. **Mercados de Carbono.**- Este programa implica la participación de mercados voluntarios de los bonos de carbono, utilizando recursos económicos de los sectores públicos y privados para la reducción de la deforestación, la pobreza y el deterioro de la tierra. Al momento de la publicación de la NC4-2009 existían tres proyectos pilotos en términos de mitigación y adaptación al cambio climático. a) la Reserva de la Biosfera (RB) Sierra la Laguna en Baja California Sur, b) Área de protección de Flora y Fauna Corredor Biológico (APFF CoBio) Chichinautaztín , en el estado de México, Morelos y Distrito Federal, c) RB Selva el Ocote en Chiapas. Los objetivos de estos proyectos son: la integración de información técnica y social relacionadas con las ANP y el mercado de CO<sub>2</sub>, generar y compartir conocimiento sobre el mercado del CO<sub>2</sub> con locales, el análisis de la captura de CO<sub>2</sub> con deforestación evitada, reforestación y regeneración natural, recolección y evaluación de información sobre captura de CO<sub>2</sub>. El programa de mercados de carbono estima una reducción de 6,964 KtCO<sub>2</sub> (INE-SEMARNAT, 2009).
14. **Creación de Nuevas ANP.**- A través de la creación de un mayor número de ANP, incrementan los refugios de biodiversidad y los sumideros de carbono, para el periodo entre 2007 y 2009 se incrementó la superficie de ANP en 8.2% contribuyendo en 142 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> (INE-SEMARNAT, 2009).
15. **Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).**- Busca a través de sistemas de información geográfica conocer y monitorear los ecosistemas del país para la creación de políticas de mitigación y adaptación ante el cambio climático. Las herramientas con las que se contaba a través de CONABIO: *Sistema Nacional de Información Sobre la Biodiversidad (SNIB)*, *Red Mundial de Información sobre Biodiversidad (REMIB)*, *Acervo cartográfico de la CONABIO*, *Portal de Geo información* (INE-SEMARNAT, 2009).
16. **Programa de Detección Temprana de Puntos de Calor.**- El programa inició en 1999 y consistió en la transmisión de imágenes satelitales para tener información diaria de incendios forestales y quemas en agricultura (INE-SEMARNAT, 2009).

#### Programas que contemplan investigación para la adaptación y mitigación ante el cambio climático en el sector USCUS contenidas en la NC4-2009

Dentro de los programas de investigación para la mitigación y adaptación del cambio climático en la NC4-2009:

1. ***Estudio para la restauración ambiental de las microcuencas en ejidos ribereños del río Lacantún, Chiapas, como una forma de revertir el deterioro ecológico y contribuir al secuestro de carbono.***- Realizado por la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de México (UNAM), coordinado y financiado por el INE el objetivo del estudio es la planeación de medidas para rehabilitar áreas de captación de carbono en ejidos ribereños cercanos a la Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA) (INE-SEMARNAT, 2009)..
2. ***Análisis comparativo de la deforestación de los ejidos de Marqués de Comillas y determinación de corredores biológicos que conectan los fragmentos de selva de los ejidos con la Reserva de la Biosfera Montes Azules.***- El estudio fue realizado por la Facultad de Ciencias de la UNAM, financiado y coordinado por el INE. Consistió en un análisis de la deforestación y fragmentación en Marqués de Comillas en un periodo de 1986 a 2007 y sus relaciones con la captura de carbono (INE-SEMARNAT, 2009).

#### Programas que contemplan medidas de adaptación ante el cambio climático en el sector USCUS contenidas en la NC5-2012

Las medidas de adaptación al cambio climático para el sector USCUS contempladas en la NC5-2012 son:

1. ***Adaptación de humedales costeros del Golfo de México ante los impactos de cambio climático.***- el proyecto incluye la instrumentación de medidas de adaptación en sitios piloto: Rio Panuco Corredor Sistema Lagunar, en La Vega Escondida Tampico, Tamaulipas; Laguna de Alvarado y su cuenca baja Alvarado, Veracruz; Lagunas Carmen –Pajonal – Machona, Tabasco; y Punta Allen en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo. Estas medidas incluyen: 15,000 ha para protección de humedales; restauración: de 2,000 ha de dunas costeras, 10,000 ha de manglar, 10,000 ha de ecosistemas costeros en ANP, 40,000 ha de riberas altamente vulnerables; y recuperación de arrecifes en APN (INECC-SEMARNAT, 2012).
2. ***Proyecto Cambio Climático y Gestión de Áreas Naturales Protegidas.***- Proyecto llevado por la CONANP con apoyo de la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (por sus siglas en alemán, GIZ), con el objetivo de implementar medidas de mitigación y adaptación en ANP en la Sierra Madre Oriental (INECC-SEMARNAT, 2012).
3. ***Continuación de la preparación del proyecto de adaptación en los humedales costeros del Golfo de México para el Cambio Climático.***- Proyecto coordinado por CONANP y SEMARNAT, con el apoyo de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), tiene por objetivo la conservación de humedales en la Península de Yucatán (INECC-SEMARNAT, 2012).
4. ***Fortalecer Capacidades Frente al Cambio Climático en la Gestión de Áreas Protegidas.***- Proyecto a cargo de CONANP y SEMARNAT para el desarrollo de la Estrategia de Cambio Climático para ANP y la implementación de medidas de adaptación y mitigación en ANP federales (INECC-SEMARNAT, 2012).
5. ***Metodología de un modelo de gobernanza intermunicipal para la implementación de mecanismos REDD+ a nivel local.***- Tiene por objetivo la gobernanza en los estados de Jalisco, Campeche, Quintana Roo, Yucatán, ejecutado por CONAFOR con apoyo de la Agencia Española de Cooperación para el Desarrollo (AECID) (INECC-SEMARNAT, 2012, p. 139).

6. **Programa para el desarrollo integral forestal intermunicipal sustentable y su vinculación con la estrategia nacional REDD+ Piloto: Río Ayuquila-Armería.-** A través de CONAFOR con el apoyo de la Agencia Francesa de Desarrollo (AFD), tiene por objetivos el desarrollo forestal entre municipios y la vinculación con el sistema REDD+ (INECC-SEMARNAT, 2012).
7. **Conservación de Ecosistemas y Biodiversidad.-** Ejecutado por el INE con el apoyo del Fondo Mundial para la Naturaleza – Fundación Carlos Slim, trata sobre la formación de una red de áreas prioritarias para conservación interconectadas a largo plazo. (INECC-SEMARNAT, 2012)

#### Medidas de mitigación y adaptación ante el cambio climático en el sector USCUS contenidas en la NC5-2012

1. **Acciones legislativas frente al cambio climático.-** En junio de 2012 el presidente de la república mexicana Felipe Calderón, firmó el decreto de la Ley General de Cambio Climático (LGCC). La LGCC establece: la regulación de gases de efecto invernadero, el fomento de investigación científica y tecnológica para la mitigación, el desarrollo de estrategias, programas y proyectos para la mitigación del cambio climático (INECC-SEMARNAT, 2012).

#### Programas que contemplan medidas de mitigación ante el cambio climático en el sector USCUS contenidas en la NC5-2012

Los programas de mitigación ante el cambio climático reportados en la NC5-2012 dentro del sector forestal son los siguientes:

1. **Sistema Nacional de Gestión Forestal.-** En este sistema, la Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos de SEMARNAT con apoyo de la de la CONAFOR, reportan superficies incorporadas a manejo forestal sustentable. La meta M.64 del PECC propone reducir las emisiones del sector forestal en 11.88 MtCO<sub>2</sub> con la incorporación de 2.96 millones ha para el periodo 2008 a 2012. Entre 2009 y 2012 se incorporaron a manejo técnico sustentable 4.68 millones de ha (INECC-SEMARNAT, 2012).
2. **Estrategia Nacional para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques (ENAREDD+).-** Esta estrategia promueve el desarrollo rural sustentable por medio del manejo del adecuado y activo del bosque, y reducción de la deforestación y degradación de bosques. Las líneas de esta estrategia contemplan arreglos institucionales, esquemas para financiamiento, niveles de referencia, Medición, Reporte y Verificación (MRV), y comunicación y participación social (INECC-SEMARNAT, 2012).
3. **Acciones tempranas y fortalecimiento de capacidades del esquema REDD+:**
  - **Proyecto de implementación de Acciones Tempranas REDD+ (ATREDD+) en Cuencas Prioritarias de México a través de la construcción de mecanismos de gobernanza a nivel local.-** El objetivo es la construcción de capacidades institucionales a nivel local para el desarrollo rural y manejo forestal sustentable de cuencas prioritarias del país (INECC-SEMARNAT, 2012).
  - **Fortalecimiento de la preparación REDD+ en México y fomento de la Cooperación Sur-Sur.-** El proyecto contempla herramientas para el desarrollo de política pública en el contexto REDD+ y el desarrollo de un sistema de monitoreo forestal de largo plazo. Fue financiado por el gobierno de Noruega, UNDP y FAO (INECC-SEMARNAT, 2012).
4. **Proyecto de Bosques y Cambio Climático.-** una iniciativa con fondos económicos del *Préstamo de Inversión Específica para Bosques y Cambio Climático (por sus siglas en inglés SIL)* y del *Programa de Inversión Forestal (FIP, en inglés)*, por medio del Banco Mundial. La propuesta fue mejorar la calidad de vida de 4,000 comunidades forestales por medio del manejo adecuado de bienes y servicios provenientes de bosques (INECC-SEMARNAT, 2012, p. 297).

5. **Programa ProÁrbol.-** Continuaba siendo el principal programa de apoyo forestal en el país, llevado a cabo por CONAFOR, este programa entrega estímulos económico a propietarios forestales para protección y conservación de bosques, selvas y zonas áridas de México (INECC-SEMARNAT, 2012).
6. **Desarrollo Forestal Comunitario.-** Los objetivos son desarrollar, fortalecer y consolidar el desarrollo local en ejidos y comunidades forestales para la mejora en el manejo tradicional de recursos. Entre 2009 y 2012 benefició a 6,448 proyectos con una inversión de 457 millones de pesos en 2,700 ejidos (INECC-SEMARNAT, 2012).
7. **Plantaciones Forestales Comerciales.-** Contempla los mismos objetivos que el programa de Desarrollo Forestal Comunitario. En el periodo de 2009 a 2012 se establecieron 177,015 ha de plantaciones forestales comerciales contribuyendo a la mitigación de 0.68 MtCO<sub>2</sub> (INECC-SEMARNAT, 2012).
8. **Sanidad forestal.-** Programa que tiene como objetivos la reducción y prevención de plagas y enfermedades forestales. En el periodo de 2009 a 2012, se pronosticó diagnosticar 600 mil ha anuales y tratar 40 mil ha anuales, el resultado hacia 2012 fue de 2.42 millones de ha para diagnóstico y tratamiento a 169,432 ha (INECC-SEMARNAT, 2012).
9. **Reforestación.-** Los objetivos principales del programa son, mejorar el medio ambiente, la recarga de mantos acuíferos y el incremento de biomasa para captura de carbono. Meta PECC M.74 de 1.1 millones de ha entre 2009 y 2012, en el periodo se reforestaron 1.1 millones de ha (INECC-SEMARNAT, 2012).
10. **Programa Nacional de Protección Contra Incendios Forestales.-** se enfoca sobre todo al manejo de incendios forestales y sus efectos. Entre 2008 y 2012 hubo un total de 44,532 incendios, afectando una superficie de 1.93 Mha, 2010 con 6,125 incendios y 2011 con 12,113. Las superficies afectadas por incendios fueron de 114, 723.4 ha en 2010 y 956,404 en 2011. (INECC-SEMARNAT, 2012).
11. **Desarrollo Forestal.-** Otorga fondos económico a poseedores de bosques para el manejo forestal maderable autorizado para la conservación de reservas de carbono. Se estableció una meta de 180 mil ha de para mejores prácticas de silvicultura y manejo de hábitat. Entre 2010 y 2011 se apoyó a 151,253 ha de superficie para prácticas de cultivo y manejo de hábitat (INECC-SEMARNAT, 2012).
12. **Programa de Dendroenergía.-** Programa al uso eficiente de la energía a base de biomasa. Se asignaron 28.3 millones de pesos para 19,683 estufas ahorradoras de leña en comunidades rurales (INECC-SEMARNAT, 2012).
13. **Conservación y Restauración de Suelos.-** Incentiva obras y prácticas de conservación de terrenos forestales, en áreas prioritarias y microcuencas (INECC-SEMARNAT, 2012, p. 299).
14. **Compensación Ambiental por Cambio de Uso de Suelo.-** Consiste en la restauración de los ecosistemas forestales deteriorados. Entre este programa y el de *Conservación y Restauración de Suelos*, se atendieron 300 mil ha (INECC-SEMARNAT, 2012).
15. **Restauración de Cuencas Hidrográficas Prioritarias.-** Tiene por objetivo restaurar y reforestar áreas para conservación de agua y suelo. Entre 2009 y 2012 se pronosticó atender a 57, 542 ha de los cuales se lograron atender 21, 584. ha (INECC-SEMARNAT, 2012).
16. **Lucha Contra la desertificación.-** Las metas de este programa consisten en la Actualización del Plan en Contra de la Desertificación, instalación de Sistemas Estatales de Lucha contra la Desertificación y la Sequía (SEDES) y Áreas Demostrativas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía (ADES). En 2009 se llevaron a cabo talleres regionales y un taller nacional para la consulta pública de la Estrategia Nacional de Manejo Sustentable de Tierras (ENMST) (INECC-SEMARNAT, 2012).
17. **Comisión Nacional de Áreas Nacionales Protegidas.-** Implementa las estrategias y acciones para la creación y protección de ANP. Las ANP a 2012 eran de 174 con una superficie de 25.33 millones de ha (INECC-SEMARNAT, 2012).
18. **Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (RBSK).-** El proyecto *Determinación de la estructura y existencias de carbono de la RBSK*, fue realizado Quintana Roo por el Fondo Mexicano para la Conservación de la Biosfera (FMCN), el Servicio Forestal de los Estados Unidos (por sus siglas en inglés, USFS) y el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN) con financiamiento de la USAID y la CONANP;



tiene la finalidad de determinar cuánto carbono puede almacenar la reserva en su biomasa. El resultado del análisis muestra una cantidad almacenable entre 30.7 a 44.5 Mt de carbono. Los humedales de RBSK contiene 35% de las emisiones del país por uso de suelo (INECC-SEMARNAT, 2012).

19. **Reserva de la Biosfera Selva el Ocote (RBSO).**- Con financiamiento de la USAID y coordinados por Cooperativa Ambio S.C. de R.L., se usa el Sistema Plan Vivo para el desarrollo de proyectos de Pagos por Servicios Ambientales (PSA) que tiene que ver con prácticas agrícolas sostenibles con pago por captura, almacenamiento de carbono en comunidades, la reserva tiene la capacidad de almacenar cerca de 5.5 MtCO<sub>2</sub>eq., en las 101 mil ha de superficie entre hectáreas de selvas cálida-secas y cálida-húmedas (INECC-SEMARNAT, 2012).
20. **Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).**- Entre sus principales instrumentos se encuentran:
  - **Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB).**- Para brindar información y datos sobre biodiversidad, su conservación y uso sustentable (INECC-SEMARNAT, 2012).
  - **Convenio de colaboración para la realización de acciones de sustentabilidad ambiental en los municipios de los estados de Chiapas, Campeche, Quintana Roo y Yucatán que integran el Corredor Biológico Mesoamericano-México.**- A través de PSA, acuerdos comunitarios y buenas prácticas agro-silvo-pastoriles se han integrado 88, 630 ha de selva al manejo sustentable. Son este proyecto se respondió la meta M.56 del PECC de incorporar 125 mil ha al manejo sustentable en zonas del corredor biológico, esto contribuye a la mitigación de 0.04 CtCO<sub>2</sub> (INECC-SEMARNAT, 2012).
  - **Colaboración con el proyecto Role of Biodiversity in Climate Change Mitigation (ROBIN).**- El proyecto analiza el papel de la biodiversidad en ecosistemas de América Latina en mitigación de GEI (INECC-SEMARNAT, 2012).
21. **Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.**- Es un órgano descentralizado de SEMARNAT que tiene el objetivo de observar el cumplimiento de la legislación ambiental del país. PROFEPA logro conservar 3,814 ha en ha evitado tala clandestina, hectáreas que contribuyen evitar la emisión de 0.18MTCO<sub>2</sub> (INECC-SEMARNAT, 2012).

Programas que contemplan investigación para la mitigación ante el cambio climático en el sector USCUS contenidas en la NC5-2012

1. **Análisis socio-ambiental del deterioro y la percepción de las poblaciones locales de la vulnerabilidad y riesgo frente al cambio climático en Marqués de Comillas, Chiapas.**- El estudio tiene por objeto evaluar el cambio de uso de suelo en ejidos ribereños de Marqués de Comillas colindantes a la Reserva de la Biosfera Montes Azules (REBIMA) (INECC-SEMARNAT, 2012).
2. **Elementos para el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INEGEI) estandarizados para los Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático (PEACC) y la Reducción de Emisiones por Deforestación y/o Degradación evitada (REDD+).**- Los objetivos de esta investigación eran identificar elementos, información, conocimiento e incertidumbres para el INEGEI del sector USCUS (INECC-SEMARNAT, 2012).
3. **Evaluación de áreas prioritarias con mayor biodiversidad y potencial de almacenamiento y captura de carbono, mediante la reconversión productiva en Marqués de Comillas, Chiapas y la disminución de la deforestación a nivel local.**- El objetivo era de evaluar la selva remanente con mayor biodiversidad y mayor riesgo de degradación en el municipio de Marqués de Comillas (INECC-SEMARNAT, 2012).

Anexo B. Modelo de matriz de análisis de programas de las Comunicaciones Nacionales vs objetivos de adaptación y mitigación de la LGCC

							OBJETIVOS DE MITIGACIÓN LGCC						OBJETIVOS DE ADAPTACIÓN LGCC						
		Programas relacionados al sector USCUS	Objetivos principales identificados	Unidades de medición	Meta	Resultado	¿Cumple/supera/no reporta, la meta?	I. Garantizar la salud y la seguridad de la	II. Reducir las emisiones de gases y	VI. Alinear los programas federales y	VII. La conservación, protección, creación y	VIII. La conservación, protección y	IX. El establecimiento de metodologías que	I. Reducir la vulnerabilidad de la sociedad y	II. Fortalecer la resiliencia y resistencia de	IV. El desarrollo y aplicación eficaz de los	V. Identificar la vulnerabilidad y capacidad de adaptación y transformación de los	VI. Establecer mecanismos de atención	VII. Facilitar y fomentar la seguridad
Comunicaciones Nacionales de México	MITIGACIÓN																		
	ADAPTACIÓN																		
	INVESTIGACIÓN																		



## Anexo C. Emisiones históricas de CO<sub>2</sub> del sector USCUS en México para el periodo 1990 a 2010

*Tabla 9. Tabla emisiones históricas en Gg de CO<sub>2</sub> del sector USCUC en México.*

Año	NC3-2006			NC4-2009			NC5-2012		
	Periodo 1993-2002			Periodo 1993-2002			Periodo 1993-2002		
	Emisiones	Absorciones	Balance	Emisiones	Absorciones	Balance	Emisiones	Absorciones	Balance
1990	99,760	12,883	86,877	80,453	0	80,453	109,328	8,071	101,257
1991				80,760	0	80,760	131,788	9,416	122,372
1992				81,399	0	81,399	122,906	10,761	112,145
1993				81,300	0	81,300	123,125	11,357	111,768
1994				81,675	0	81,675	113,347	11,953	101,394
1995				83,374	0	83,374	103,557	12,548	91,009
1996				84,156	0	84,156	102,191	13,144	89,047
1997				84,093	0	84,093	99,727	13,740	85,987
1998				84,701	0	84,701	97,537	14,336	83,202
1999				85,549	0	85,549	95,037	14,931	80,106
2000				86,188	0	86,188	89,318	15,527	73,791
2001				85,422	0	85,422	78,208	16,123	62,085
2002				84,534	0	84,534	62,460	17,091	45,369
2003				69,891	0	69,891	66,038	18,059	47,979
2004				69,825	0	69,825	68,537	19,027	49,510
2005				69,674	0	69,674	71,038	19,995	51,043
2006				69,778	0	69,778	70,093	19,618	50,475
2007							70,021	19,241	50,781
2008							67,788	18,863	48,925
2009							65,896	18,486	47,410
2010							63,779	18,109	45,670

*Fuente: Inventario Nacional de Emisiones Gases Efecto Invernadero 1990-2010 (INECC-SEMARNAT, 2012).*

## Anexo D. Emisiones de CO<sub>2</sub> del sector USCUS por subcategoría en México para el periodo 1990 a 2010.

*Tabla 10. Emisiones de CO<sub>2</sub> del sector USCUS en México, 1990- 2010. Datos desagregados por subcategoría.*

Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
<b>Categoría de Emisión</b>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
<b>Uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura. Total</b>											
<b>Emisiones</b>	101,257	122,372	112,145	111,768	101,395	91,009	89,047	85,987	83,202	80,106	73,791
<b>Absorciones</b>	-8,071	-9,416	-10,761	-11,357	-11,953	-12,548	-13,144	-13,740	-14,336	-14,931	-15,527
<b>Cambios de biomasa en bosques y otros tipos de vegetación leñosa</b>	16,159	16,963	17,025	14,559	14,827	11,978	15,845	17,545	18,808	19,262	21,123
<b>Conversión de bosques y pastizales</b>	73,720	91,486	78,652	78,652	69,682	63,702	59,431	56,227	53,735	51,742	45,123
<b>Captura por abandono de tierras manejadas</b>	-8,071	-9,416	-10,761	-11,357	-11,953	-12,548	-13,144	-13,740	-14,336	-14,931	-15,527
<b>Emisiones y remociones de CO<sub>2</sub> de los suelos</b>	19,449	23,339	27,229	29,915	28,838	27,877	26,916	25,955	24,994	24,033	23,072

*Fuente: Inventario Nacional de Emisiones Gases Efecto Invernadero 1990-2010 (INECC-SEMARNAT, 2012).*

## Anexo E. Superficie de conversión de terrenos agrícolas anualizada (1990-2010)

Tabla 11. Superficie de la conversión de terrenos agrícolas anualizada por tipo de vegetación (1990-2010).

Año	Bosque de coníferas	Bosque de latifolias	Bosque de Encino-pino	Humedal	Matorral	Pastizal	Selva alta	Selva baja	Selva Mediana	Total
1990	76.57	79.20	53.10	12.93	435.31	1283.14	138.95	333.93	169.93	2583.06
1991	76.57	70.37	18.89	11.32	380.89	1122.75	121.58	292.19	148.69	2243.25
1992	76.57	70.37	18.89	11.32	380.89	1122.75	121.58	292.19	148.69	2243.25
1993	21.81	23.99	22.65	1.71	60.71	73.83	9.76	65.29	34.04	313.79
1994	21.81	23.99	22.65	1.71	60.71	73.83	9.76	65.29	34.04	313.79
1995	21.81	23.99	22.65	1.71	60.71	73.83	9.76	65.29	34.04	313.79
1996	21.81	23.99	22.65	1.71	60.71	73.83	9.76	65.29	34.04	313.79
1997	21.81	23.99	22.65	1.71	60.71	73.83	9.76	65.29	34.04	313.79
1998	21.81	23.99	22.65	1.71	60.71	73.83	9.76	65.29	34.04	313.79
1999	21.81	23.99	22.65	1.71	60.71	73.83	9.76	65.29	34.04	313.79
2000	21.81	23.99	22.65	1.71	60.71	73.83	9.76	65.29	34.04	313.79
2001	21.81	23.99	22.65	1.71	60.71	73.83	9.76	65.29	34.04	313.79
2002	15.11	31.21	29.04	2.48	115.77	272.09	8.52	115.58	56.35	646.15
2003	15.11	31.21	29.04	2.48	115.77	272.09	8.52	115.58	56.35	646.15
2004	15.11	31.21	29.04	2.48	115.77	272.09	8.52	115.58	56.35	646.15
2005	15.11	31.21	29.04	2.48	115.77	272.09	8.52	115.58	56.35	646.15
2006	15.11	31.21	29.04	2.48	115.77	272.09	8.52	115.58	56.35	646.15
2007	15.11	31.21	29.04	2.48	115.77	272.09	8.52	115.58	56.35	646.15
2008	15.11	31.21	29.04	2.48	115.77	272.09	8.52	115.58	56.35	646.15
2009	15.11	31.21	29.04	2.48	115.77	272.09	8.52	115.58	56.35	646.15
2010	15.11	31.21	29.04	2.48	115.77	272.09	8.52	115.58	56.35	646.15

Fuente: Inventario Nacional de Emisiones Gases Efecto Invernadero 1990-2010 (INECC-SEMARNAT, 2012).

## Anexo F. Superficie media convertida, bosques, otras coberturas vegetales y áreas agrícolas (1990-2010)

Tabla 12. Superficie media convertida (promedio de 10 años), de bosques, otras coberturas vegetales y áreas agrícolas, periodo 1990-2010

Año	Bosque de coníferas	Bosque de latifoliadas	Bosque de Encino-pino	Humedal	Matorral	Pastizal	Selva alta	Selva baja	Selva Mediana	Total
1990	76.57	74.78	36.00	12.12	408.10	1202.94	130.27	313.06	159.31	2413.15
1991	76.57	74.80	36.00	12.12	408.10	1202.94	130.27	313.06	159.31	2413.17
1992	76.57	73.31	30.29	11.85	399.03	1176.21	127.37	306.10	155.77	2356.50
1993	62.88	60.98	28.38	9.32	314.45	900.61	97.97	245.90	125.34	1845.83
1994	54.67	53.58	27.24	7.80	263.70	735.26	80.33	209.78	107.08	1539.44
1995	49.19	48.65	26.47	6.78	229.87	625.02	68.57	185.70	94.91	1335.16
1996	45.28	45.13	25.93	6.06	205.71	546.28	60.17	168.50	86.21	1189.27
1997	42.34	42.48	25.52	5.52	187.58	487.22	53.87	155.60	79.69	1079.82
1998	40.06	40.43	25.20	5.09	173.49	441.29	48.97	145.56	74.62	994.71
1999	38.24	38.78	24.94	4.76	162.21	404.54	45.04	137.54	70.56	926.61
2000	32.76	33.26	21.90	3.63	124.75	283.61	32.13	110.67	56.97	699.68
2001	27.28	28.62	22.28	2.67	92.73	178.72	20.94	87.98	45.51	506.73
2002	21.14	24.71	23.29	1.79	66.22	93.66	9.64	70.32	36.27	347.04
2003	20.47	25.43	23.93	1.87	71.72	113.48	9.51	75.35	38.51	380.27
2004	19.80	26.15	24.57	1.94	77.23	133.31	9.39	80.38	40.74	413.51
2005	19.13	26.88	25.21	2.02	82.74	153.14	9.26	85.41	42.97	446.76
2006	18.46	27.60	25.84	2.09	88.24	172.96	9.14	90.44	45.20	479.97
2007	17.79	28.32	26.48	2.17	93.75	192.79	9.01	95.47	47.43	513.21
2008	17.12	29.04	27.12	2.25	99.25	212.61	8.89	100.49	49.66	546.43
2009	16.45	29.77	27.76	2.32	104.76	232.44	8.77	105.52	51.89	579.68
2010	15.78	30.49	28.40	2.40	110.26	252.27	8.64	110.55	54.12	612.91

Fuente: Inventario Nacional de Emisiones Gases Efecto Invernadero 1990-2010 (INECC-SEMARNAT, 2012).

Anexo G.Hojas de trabajo sector USCUS, subcategoría de conversión de bosques y pastizales

MÓDULO		CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA				
SUBMÓDULO		CONVERSIÓN DE BOSQUES Y PRADERAS-CO <sub>2</sub> PROCEDENTE DE BIOMASA				
H OJA DE TRABAJO		5-2				
HOJA		1 DE 5 BIOMASA TALADA				
PASO 1						
Tipos de tierras		A Superficie convertida anualmente (kha)	B Biomasa antes de la conversión (t ms/ha)	C Biomasa después de la conversión (t ms/ha)	D Cambio neto en la densidad de la biomasa (t ms/ha)	E Pérdida anual de biomasa (kt ms)
					D = (B - C)	E = (A x D)
Tropicales	Muy húmedos					
	Húmedos, estación seca corta					
	Húmedos, estación seca larga					
	Secos					
	Húmedos Montanos					
	Secos Montanos					
	Selva Alta					
	Selva Mediana					
	Selva Baja					
Sabanas/praderas tropicales						
Templados	Coníferas					
	Latifoliadas					
Praderas						
Boreales	Mezcla de latifoliadas y coníferas					
	Coníferas					
	Bosque-tundra					
Praderas/Tundra						
Matorral						
Pastizal						
Otras						
Subtotales						

Fuente: Modulo 5 Cambio de Uso de la Tierras y Silvicultura, Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, versión revisada de 1996”.

MÓDULO		CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA					
SUBMÓDULO		CONVERSIÓN DE BOSQUES Y PRADERAS-CO <sub>2</sub> PROCEDENTE DE BIOMASA					
HOJA DE TRABAJO		5-2					
HOJA		2 DE 5 EMISIONES DE CARBONO PROCEDENTES DE LA QUEMA IN SITU					
PASO 2							
Tipos de tierras		F Fracción de la biomasa quemada in situ	G Cantidad de biomasa quemada in situ (kt ms)	H Fracción de biomasa oxidada in situ	I Cantidad de biomasa oxidada in situ (kt ms)	J Fracción de carbono de la biomasa aérea (quemada in situ)	K Cantidad de carbono liberado (de la biomasa quemada) (kt C)
			G = (E x F)		I = (G x H)		K = (I x J)
Tropicales	Muy húmedos						
	Húmedos, estación seca corta						
	Húmedos, estación seca larga						
	Secos						
	Húmedos Montanos						
	Secos Montanos						
	Selva Alta						
	Selva Mediana						
	Selva Baja						
Sabanas/praderas tropicales							
Templados	Coníferas						
	Latifoliadas						
Praderas							
Boreales	Mezcla de latifoliadas y coníferas						
	Coníferas						
	Bosque-tundra						
Praderas/Tundra							
Matorral							
Pastizal							
Otras							
Subtotales							

*Fuente: Modulo 5 Cambio de Uso de la Tierras y Silvicultura, Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, versión revisada de 1996”.*

MÓDULO		CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA						
SUBMÓDULO		CONVERSIÓN DE BOSQUES Y PRADERAS-CO2 PROCEDENTE DE BIOMASA						
HOJA DE TRABAJO		5-2						
HOJA		3 DE 5 EMISIONES DE CARBONO PROCEDENTES DE LA QUEMA FUERA DEL BOSQUE						
PASO 3					PASO 4			
Tipos de tierras		L Fracción de la biomasa quemada fuera del Bosque	M Cantidad de biomasa quemada fuera del bosque (kt ms)	N Fracción de biomasa oxidada fuera del bosque	O Cantidad de biomasa oxidada fuera del bosque (kt ms)	P Fracción de carbono (de la biomasa aérea quemada fuera del bosque)	Q Cantidad de carbono liberado (de la biomasa aérea quemada fuera del bosque) (ktC)	R Carbono total liberado (de la quema in situ y fuera del bosque) (kt C)
			M = (E x L)		O = (M x N)		Q = (O x P)	R = (K + Q)
Tropicales	Muy húmedos							
	Húmedos, estación seca corta							
	Húmedos, estación seca larga							
	Secos							
	Húmedos Montanos							
	Secos Montanos							
	Selva Alta							
	Selva Mediana							
	Selva Baja							
Sabanas/praderas tropicales								
Templados	Coníferas							
	Latifoliadas							
Praderas								
Boreales	Mezcla de latifoliadas y coníferas							
	Coníferas							
	Bosque-tundra							
Praderas/Tundra								
Matorral								
Pastizal								
Otras								
Subtotales								

*Fuente: Modulo 5 Cambio de Uso de la Tierras y Silvicultura, Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, versión revisada de 1996”.*



MÓDULO		CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA								
SUBMÓDULO		CONVERSIÓN DE BOSQUES Y PRADERAS-CO <sub>2</sub> PROCEDENTE DE BIOMASA								
HOJA DE TRABAJO		5-2								
HOJA		4 DE 5 CARBONO LIBERADO POR LA DESCOMPOSICION DE LA BIOMASA								
PASO 5										
Tipos de tierras		A Superficie convertida (promedio de 10 años (kha)	B Biomasa antes de la conversión (t ms/ha)	C Biomasa después de la conversión (t ms/ha)	D Cambio neto en la densidad de la biomasa (t ms/ha)	E Pérdida media anual de biomasa (kt ms)	F Fracción abandonada que se descompone	G Cantidad de biomasa abandonada que se descompone (kt ms)	H Fracción de carbono en la biomasa aérea	I Carbono liberado de la biomasa aérea (kt C)
					D = (B-C)	E = (A x D)		G = (E x F)		I = (G x H)
Tropicales	Muy húmedos									
	Húmedos, estación seca corta									
	Húmedos, estación seca larga									
	Secos									
	Húmedos Montanos									
	Secos Montanos									
	Selva Alta									
	Selva Mediana									
	Selva Baja									
Sabanas/praderas tropicales										
Templados	Coníferas									
	Latifoliadas									
Praderas										
Boreales	Mezcla de latifoliadas y coníferas									
	Coníferas									
	Bosque-tundra									
Praderas/Tundra										
Matorral										
Pastizal										
Otras										
Subtotales										

*Fuente: Modulo 5 Cambio de Uso de la Tierras y Silvicultura, Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, versión revisada de 1996”.*

MÓDULO	CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA		
SUBMÓDULO	CONVERSIÓN DE BOSQUES Y PRADERAS-CO <sub>2</sub> PROCEDENTE DE BIOMASA		
HOJA DE TRABAJO	5-2		
HOJA	5 DE 5 RESUMEN Y CONVERSION A CO <sub>2</sub>		
PASO 6			
A Liberación inmediata procedente de la combustión (kt C)	B Emisiones diferidas procedentes de la descomposición (Kt C) (promedio de 10 años)	C Total anual del carbono liberado (kt C)	D Total Anual del COliberado (Gg CO <sub>2</sub> )
		C = A + B	D = C x (44/12)

*Fuente: Modulo 5 Cambio de Uso de la Tierras y Silvicultura, Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, versión revisada de 1996”.*